

**RAUTATEIDEN LIIKENTEENOHJAUksen TYÖN KUORMITTAVUUDEN
MITTAAMINEN JA MITTARISTON KEHITTÄMINEN**

Tero Myyryläinen

Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun
yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitoksella
professori Timo Ernvallin valvonnassa tehty
diplomityö.

Espoo 25.10.2010

Tekijä:	Tero Myyryläinen		
Diplomityö:	Rautateiden liikenteenohjauksen työn kuormittavuuden mittaaminen ja mittariston kehittäminen		
Päivämäärä:	25.10.2010	Sivumäärä:	106+12 liitt.
Professuuri:	Liikennetekniikka	Koodi:	Yhd-71
Valvoja:	Prof. Timo Ernvall		
Ohjaajat:	TkT Miika Mäkitalo ja Liikenteen aluepäällikkö Raija Karkkonen		
Avainsanat:	Rautatieliikenne, liikenteenohjaus, työn kuormittavuus, kuormittavuuden mittaaminen, mittaristo		

Suomen rautatieliikenne on muutostilassa johtuen mm. organisaatiomuutoksista sekä tavaraliikenteen ja mahdollisesta matkustajaliikenteen avaamisesta kilpailulle. Nämä muutokset heijastuvat myös liikenteenohjaukseen, jonka järjestelyitä muuttaa myös ohjaustekniikan uudistaminen. Liikenteenohjauksen järjestelyiden muuttuminen vaikuttaa liikenteenohjaajien työn kuormittavuuteen. Työn kuormittavuuden muutosta tulee tarkkailla, jotta uudelleenjärjestetyt työtehtävät eivät aiheuta pitkittyvää korkeaa kuormitusta liikenteenohjaajille.

Suomessa rautateiden liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden mittaamiseen on kehitetty Itä-Suomen ohjausalueella mittaristo, jota tosin ei olla otettu käyttöön muilla ohjausalueilla johtuen mm. painokertoimien puutteesta. Tämän työn tavoitteena oli kehittää Itä-Suomen mittariston pohjalta liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden arvioimiseen mittaristo, jossa työnosat on painotettu, ja joka toimii kaikilla ohjausalueilla niiden vaihtelevista ominaisuuksista riippumatta.

Mittariston kehittämisprosessi käynnityi työpajassa, johon osallistui liikenteenohjauksen asiantuntijoita jokaisesta Suomen ohjauskeskuksesta. Työpajassa luotiin työn teoriaosuuden tietojen ja mittaristolle asetettujen tavoitteiden pohjalta alustava kuormittavuusmittaristo, jonka kehittämistä jatkettiin testimittauksista saatujen kokemusten perusteella. Kehittämisprosessin tuloksena syntyi mittaristo, joka mittaa kuormittavuutta ohjaajien tekemien toimenpiteiden määrän perusteella. Mittaristo toimii koko Suomessa riippumatta ohjausalueesta, ja eri työtehtävät on mittaristossa painotettu niiden kuormittavuuden mukaan. Mittaristolla voidaan myös ennakoida liikenteenohjausjärjestelyiden muutoksien vaikutusta liikenteenohjaajien kuormitustasoon.

Mittaristoa ei saatu työn puitteissa täysin valmiiksi. Mittariston kehittämisen kannalta on kuitenkin otettu merkittäviä edistysaskelia. Tämän työn tärkein kontribuutio mittariston kehitysprosessille työtehtävien painottamisen ohella oli saada mittaristoon mukaan otettavat työtehtävät määritettyä yksiselitteisesti siten, että mittaristolla saadaan vertailukelpoisia tuloksia ohjausalueesta tai kuormittavuustarkastelun tekijästä riippumatta. Mittariston kuormitusluvulle ei tämän työn puitteissa ehditty määrittelemään tavoitearvoa, mutta se tullaan tekemään jatkossa.

Author:	Tero Myyryläinen		
Thesis:	Evaluation of workload in train traffic control and development of the workload assessment tool		
Date:	25.10.2010	Number of pages:	106+12 app.
Professorship:	Transportation Engineering	Code:	Yhd-71
Supervisor:	Prof. Timo Ernvall		
Instructors:	D.Tech. Miika Mäkitalo and Regional Manager Raija Karkkonen		
Key Words:	Railways, train traffic control, workload, workload assessment		

Railways in Finland are in transition due to the organizational changes, freight rail privalization and potential privalization of the field of passenger rail traffic. These changes as well as the renewal of the traffic-control systems are affecting the arrangement of train traffic control and also on the workload of traffic controllers.

Traffic Control Centres (TCC's) of Eastern Finland have developed a workload assessment tool but it isn't in use in other TCC's because of the lack of weighting coefficients of work tasks. The aim of this research and development process was to produce a new workload assessment tool on the basis of the tool developed in Eastern Finland. The requirement for the new tool was that work tasks should be weighted according to how much load it causes. The tool should also work in the whole rail network in Finland regardless of several different traffic-control systems and other differences in various TCC's.

Development process of the workload assessment tool began in a workshop that was held with train controllers and other Subject Matter Experts (SME's) from each TCC in Finland. An initial workload assessment tool was created in the workshop based on the targets set and the knowledge gathered in the theoretical part of this research. The development process continued by testing the initial tool. The outcome of this process was an assessment tool that measures workload by the amount of controllong actions traffic controllers carry out during observation. The assessment tool can be used in all of the TCC's in Finland despite the differences in traffic control environment. Different work tasks are weighted and the tool can also predict upcoming changes in workload caused by changes in the arrangements of traffic control. Changes in workload can be observed before making decision for example about new traffic-control system.

The assessment tool wasn't fully finished during this research. Nevertheless the development process of the assessment tool has taken major steps. The most important contribution of this research was the accurate definition and weighting of those work tasks that are included in the tool. The improvements ensure that the measurements done by using the tool are comparable regardless in which of the TCC's the tool is used or who is using it. A desired value of workload index was not determined during this research but the tool will be finished in the future.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Liikenneviraston Rautatieosastolle vuoden 2010 aikana.

Haluan kiittää työn ohjaajia Raija Karkkosta ja Miika Mäkitaloa mielenkiintoisesta aiheesta, kannustavasta ohjauksesta sekä tuesta työn aikana. Työn valvojaa Timo Ernvallia tahdon kiittää kaikesta opastuksesta ja uusien näkökulmien tuomisesta työhöni. Lisäksi suuri kiitos kuuluu myös kaikille työn aikana tapaamilleni liikenteenohjaajille ja muille liikenteenohjauksen asiantuntijoille, jotka osallistuivat työhön mm. haastatteluiden ja työpajan kautta.

Lopuksi kiitän perhettäni, kaikkia ystäviä sekä erityisesti puolisoani Kaisaa tuesta ja kannustuksesta koko opiskelujeni ajan.

Tampereella lokakuussa 2010

Tero Myyryläinen

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	3
LYHENTEET JA MERKINNÄT	6
KUVALUETTELO / TAULUKKOLUETTELO	7
<u>1 JOHDANTO</u>	<u>8</u>
1.1 Työn tausta	8
1.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaus	9
1.3 Tutkimusote ja työn rakenne	10
<u>2 LIIKENTEENOHJAUS SUOMESSA</u>	<u>12</u>
2.1 Yleistä	12
2.2 Liikenteenohjauksen kehitysvaiheita Suomessa	12
2.2.1 Liikenteenohjausjärjestelyjen muutos	12
2.2.2 Liikenteenohjaajan työn muutos	14
2.2.3 Liikenteenohjauksen yhteydessä käytettäviä nimikkeitä	16
2.3 Nykyiset liikenteenohjausjärjestelyt	17
2.3.1 Yleistä	17
2.3.2 Liikenteenohjauskeskukset	18
2.3.3 Liikenteenohjauspisteet	19
2.3.4 Rataliikennekeskus, Infokeskus ja Kuha	20
2.4 Muutokset liikenteenohjausjärjestelyihin	20
2.5 Liikenteenohjaajan työ	22
2.5.1 Liikenteenohjaajien ja alueohjaajien työtehtävät	22
2.5.2 Liikenteenohjaajien käyttämät työvälineet	24
<u>3 TYÖN KUORMITTAVUUS JA SEN MITTAAMINEN</u>	<u>28</u>
3.1 Ergonomia	28
3.2 Työn muutosten vaikutus työntekijään	29
3.3 Työn kuormittavuus ja sen mittaaminen	31
3.3.1 Työn kuormittavuuden määritelmät	31
3.3.2 Kuormittavuuden arvioiminen	32
3.4 Työn kognitiivinen kuormittavuus	33
3.4.1 Kognitiivisen kuormittavuuden mallit	33
3.4.2 Kognitiivisen kuormituksen mittaamenetelmät	36
<u>4 LIIKENTEENOHJAUSTYÖN KUORMITTAVUUS JA SEN MITTAAMINEN</u>	<u>39</u>
4.1 Liikenteenohjaustyön kuormittavuus	39
4.1.1 Liikenteenohjaustyön luonne	39
4.1.2 Työn kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät liikenteenohjauksessa	41

4.1.3	Työn kognitiivinen kuormittavuus liikenteenohjauksessa	45
4.2	Liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden arviointi	48
4.2.1	Liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden arviointi Suomessa	48
4.2.2	Ulkomaisia menetelmiä liikenteenohjauksen kuormittavuuden arviointiin	52
5	MITTARISTON LÄHTÖKOHDAT JA ARVIOINTIKRITEERIT	60
5.1	Lähtökohdat liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden mittaamisessa	60
5.1.1	Työn kuormittavuuden arvioinnin lähtökohdat liikenteenohjauksessa	60
5.1.2	Työn kuormittavuuden luonne liikenteenohjauksessa	61
5.2	Kehitettävälle mittaristolle asetetut vaatimukset ja arviointikriteerit	64
5.3	Käytössä olevien mittaristojen analysointi	66
5.3.1	Itä-Suomen menetelmän analysointi	66
5.3.2	Ulkomaalaisten menetelmien analysointi	66
5.4	Kehitettävän mittariston määrittely	69
5.4.1	Mittausmenetelmän valinta	69
5.4.2	Mittausmenetelmän kuvaus	70
6	UUDEN MITTARISTON KEHITTÄMINEN JA ARVIOINTI	73
6.1	Mittariston kehittämisen vaiheet	73
6.2	Alustavan mittariston kehittäminen	74
6.2.1	Työskentelytavan valinta ja valmistautuminen	74
6.2.2	Työpaja	74
6.2.3	Alustavan subjektiivisen arviointimenetelmän kehittäminen	76
6.3	Kuormitustekijöiden painottaminen ja mittariston viimeistely	78
6.3.1	Painoarvojen määrittäminen	78
6.3.2	Painotusta varten tehdyt testimittaukset	79
6.3.3	Testimittauksissa tehtyjä havaintoja mittaristoon ja mittauksiin liittyen	82
6.3.4	Kuormitustekijöiden jaottelun sekä niiden määrittelyjen viimeistely	83
6.3.5	Kuormitustekijöiden painottaminen	84
6.3.6	Toimenpidemäärän päättely junapäiväkirjasta ja puhelutiedoista	86
6.3.7	Lopullisen subjektiivisen arviointimenetelmän kehittäminen	90
6.4	Mittariston esittely	91
6.5	Mittariston arviointi	92
7	PÄÄTELMÄT	95
7.1	Kuormittavuuden mittaaminen rautateiden liikenteenohjauksessa	95
7.2	Uusi mittaristo	96
7.3	Työn arviointi	98
7.4	Jatkotutkimusaiheet	99
	LÄHDELUETTELO	101
	LIITTEET	106

LYHENTEET JA MERKINNÄT

AAT	Activity Analysis Tool
ETJ	Ennakkotietojärjestelmä
ESKO	Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmä
FRA	Federal Railroad Administration (Yhdysvallat)
IEA	International Ergonomics Association
Info	Informaatiokeskus
IWS	Integrated Workload Scale
JKV	Junien kulunvalvonta
JUSE	Junien kulun seurantajärjestelmä, vuodesta 2005 lähtien junien myöhästymistieto on kirjattu JUSEen.
Kuha	Kuljetushallintakeskus, joka huolehtii kalustokierrosta ja korvaavista kuljetuksista.
ODEC	Operational Demand Evaluation Checklist
Rlke	Rataliikennekeskus
RHK	Ratahallintokeskus, josta tuli vuoden 2010 alussa osa Liikennevirastoa

KUVALUETTELO

Kuva 1 Työn rakenne.	11
Kuva 2 Liikenteenohjaukseen liittyvät organisaatiomuutokset Suomessa.....	14
Kuva 3 Liikenteenohjausverkosto	15
Kuva 4 Suomen rataverkon liikenteenohjaus vuoden 2006 lopussa	17
Kuva 5 Liikenteenohjausalueet	18
Kuva 6 Kuopion liikenteenohjauspisteen työkalut.....	19
Kuva 7 Liikenteenohjauksen tavoitetilanne vuonna 2020.....	21
Kuva 8 Liikenteenohjauksen kustannukset ja henkilötöymäärät	22
Kuva 9 Liikenteenohjaajan työpiste Linnunlaulun ohjauskeskuksessa.....	25
Kuva 10 Työntekijän ja työorganisaation väliset vaikutussuhteet	30
Kuva 11 Työn kuormittavuuden tasomalli	31
Kuva 12 Yksinkertainen malli työn kognitiivisesta kuormittavuudesta.....	34
Kuva 13 Malli työn kognitiivisesta kuormittavuudesta.....	35
Kuva 14 Suorituskyvyn kapasiteetin vaihtelu ja varastossa oleva kapasiteetti	36
Kuva 15 Nasa TLX esimerkkinä subjektiivisesta kuormittavuusarvioinnista	37
Kuva 16 Liikenteenohjaajan työn kognitiivinen luonne.....	39
Kuva 17 Ohjaajien liikennetilankuvan muodostaminen.....	40
Kuva 18 Aikataulupoikkeamissa käytettävät syykoodit.....	43
Kuva 19 Network Railin malli liikenteenohjauksen kuormittavuudesta.....	47
Kuva 20 FRA:n malli liikenteenohjaajan työn kognitiiviselle kuormittavuudelle.....	48
Kuva 21 Graafinen esitys kuormituksen vaihteluista Itä-Suomen menetelmässä.....	50
Kuva 22 AAT:n graafinen esitys työtehtäviin kuluva ajasta	55
Kuva 23 IWS -menetelmän asteikko	56
Kuva 24 Kuormittavuusmittariston kehittämisen lähtökohdat.....	61
Kuva 25 Merkittävimmät liikenteenohjauksen kuormitustekijät.	63
Kuva 26 Malli liikenteenohjauksen kuormittavuudesta.	64
Kuva 27 Mittarin validiteetti ja reliabiliteetti	65
Kuva 28 Kuormittavuuden mittaaminen mittaristolla.	71
Kuva 29 Alustavan subjektiivisen menetelmän apukysymykset.....	78
Kuva 30 Junapäiväkirjaan merkitty toteutuma Repoveden kauko-ohjausalueelta.....	87

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1 Itä-Suomen menetelmän toimenpidemäärätaulukko.....	49
Taulukko 2 Työmäärän arviointi ohjausalueen ominaisuuksien perusteella.....	51
Taulukko 3 ODEC -menetelmän arviointilomake.....	53
Taulukko 4 AAT:n merkintätaulukko	54
Taulukko 5 Etelä-Afrikassa käytetyn MWLI –menetelmän laskentakaavio.....	57
Taulukko 6 FRA:n listaus liikenteenohjaajien työtehtävistä.....	59
Taulukko 7 Testimittausten tulokset kootusti.....	80

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Rautatieliikenteen odotetaan tulevaisuudessa kasvattavan suosiotaan, kun jatkuvasti kasvavia liikennemääriä pyritään siirtämään kestävästä kehitystä tukeviin liikennemuotoihin. Rautatieliikenteen lisääntyvää osuutta liikennematkoista puoltavat mm. EU:n liikennepoliittikka sekä ilmastopoliittiset tavoitteet. EU:n liikennepoliittikan yhtenä tavoitteena on lisätä siirtymistä pitkänmatkan maantieliikenteestä ja lyhyenmatkan lentoliikenteestä rautatieliikenteeseen (Euroopan komissio 2003). Kasvava kysyntä luo tarpeen rataverkon ja junaliikenteen palvelutason kehittämiseksi, jonka olennainen osa on liikenteenohjaus- ja turvallisuusjärjestelmien uudistaminen.

Suomessa rautatieliikenne on muutostilassa johtuen organisaatiomuutoksista sekä tavaraliikenteen ja mahdollisesta matkustajaliikenteen avaamisesta kilpailulle. Nämä muutokset vaikuttavat liikennetelematiikan uudistamisen ohella myös liikenteenohjauksen järjestelyihin ohjauksen keskittämisenä, vastuualueiden ja tehtävien muutoksina sekä ohjaustekniikan automatisoinnin lisääntymisenä.

Työympäristön ja työtehtävien muutoksen myötä myös liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden taso tulee muuttumaan. Pitkittyvä liian korkea tai matala kuormitustaso voi vaikuttaa liikenteenohjaajien hyvinvointiin sekä työsuoritukseen ja heikentää rautatieliikenteen turvallisuutta ja junien aikataulussa pysymistä. Liikenneviraston tavoitteena on kehittää liikenteenohjaukseen kuormittavuusmittaristo, jonka avulla voidaan arvioida liikenteenohjaajien työn aiheuttamaa kuormitusta ja sen oikeanlaista tasoa.

Liikenteenohjauksen tehtävät määritellään edellisessä Rautatielaissa (198/2003) seuraavasti: ”Liikenteenohjaus tarkoittaa myönnetyn ratakapasiteetin jaon toteuttamista sekä rataverkon liikennöinnin ohjaamista ja hallintaa yksittäisillä rautatiereiteillä ja rataverkon liikennepaikkojen raiteistoilla käytettävissä olevien liikenteenohjausjärjestelmien ja rataverkolla liikennöintiä koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti.” (Rautatielaki 198/2003: 2§, kohta 8). Käytännössä ohjaajat kontrolloivat vaihteiden asentoa ja opastimia, joista junan kuljettajat näkevät onko seuraava rataosuus vapaa vai varattu. Liikenteenohjaus vaatii fyysisten toimenpiteiden lisäksi myös kognitiivista työtä. Ohjaaja tarkkailee ja arvioi jatkuvasti liikennetilannetta, ennakoii ja priorisoi tehtäviä sekä suunnittelee liikennettä ja tekee päätöksiä saatavilla olevien tietojen pohjalta. Tietoa kerätään monista eri lähteistä, ja päätöksenteko vaatii kommunikointia liikenteenohjausverkoston eri toimijoiden kanssa.

Suomessa rautateiden liikenteenohjauksesta vastaa Liikennevirasto. Rataverkolla oli vuoden 2010 alussa 7 alueellista liikenteenohjauskeskusta ja 20 liikenteenohjauspistettä eri puolilla Suomea sekä näiden lisäksi Infokeskus (Info), jonka vastuulla on eteläisen Suomen matkustajainformaatio. Liikenteenohjausjärjestelmään kuuluu myös Rautatieliikennekeskus

(Rlke), joka hoitaa valtakunnallista liikenteenohjausta ja valvoo rautatieliikenteen sujumista. Liikenteenohjauspalvelut Liikennevirasto ostaa Liikennekeskusta lukuun ottamatta VR:ltä. (Rataverkon kuvaus 1.1.2010).

Tulevaisuudessa Liikennevirasto on keskittämässä alueellisen liikenteenohjauksen neljään liikenteenohjauskeskukseen. Myöhemmin voidaan tekniikan puolesta mahdollisesti jopa siirtyä yhteen valtakunnalliseen liikenteenohjauskeskukseen. (Suvanto & Mäkitalo 2006.) Liikenteenohjaajien työtehtäviin tulevat vaikuttamaan myös käyttöön otettavat uudet kauko-ohjausjärjestelmät, jotka korvaavat tai tarjoavat uuden käyttöliittymän entisiin (osittain jo vanhentuneisiin) järjestelmiin (Ala-Laurinaho ym. 2009). Muutoksien myötä joidenkin nykyisten työpisteiden työtehtäviä tullaan yhdistelemään liikenteenohjauksen kehittämiseksi. Tämän vuoksi on tärkeää arvioida kuormitusta jo etukäteen, jotta uusien työpistejärjestelyiden aiheuttama kuormittavuustaso pystytään ennakoimaan. Uudelleenjärjestelyt eivät saa aiheuttaa ohjaajille liian suurta työtaakkaa.

Liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden arviointiin on erilaisia menetelmiä eri puolilla Suomea. Yksi kuormittavuusarvioinneissa käytetyistä menetelmistä on Itä-Suomessa kehitetty mittaristo, jota käytetään tässä työssä kehitettävän mittariston pohjana. Menetelmässä liikenteenohjaajien työn kuormittavuutta tarkastellaan suoritettujen toimenpiteiden määrällä tunnissa.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Työn tavoitteena on kehittää mittaristo, jolla voidaan arvioida liikenteenohjauksen kuormittavuutta. Tutkimuksen pääasiallisena kohteena on työtehtävien liikenteenohjaajille aiheuttama kuormitus, mutta ei liikenteenohjaajien henkilökohtaisten ominaisuuksien vaikutus kuormittavuuteen. Tarkastelussa ei siis keskitytä esimerkiksi työterveyteen ja työssä viihtyvyyteen liittyviin asioihin. Vaikka tarkastelun pääpaino on liikenteenohjaajan suorittamien fyysisten toimenpiteiden määrässä ja kestossa, täytyy myös liikenteenohjaajan päällä tapahtuva työ ottaa huomioon, sillä suuri osa liikenteenohjaajan tekemästä työstä on kognitiivista.

Työn kuormittavuuden mittaamiseen ja arvioimiseen on kehitetty monenlaisia menetelmiä erilaisiin käyttötarkoituksiin. Tässä tutkimuksessa tavoitteena on luoda sopiva ratkaisu käyttötarpeisiin ja olosuhteisiin. Mittaristoa rakennetaan Itä-Suomessa kehitetyn arviointimenetelmän pohjalta ja menetelmässä työn kuormittavuutta mitataan toimenpiteiden määrällä tunnissa. Menetelmälle on esitetty kritiikkiä siitä, ettei työtehtäviä ole painotettu, vaikka esimerkiksi puhelu saattaa viedä huomattavasti enemmän työaika kuin ohjausjärjestelmällä suoritettava toimenpide. Uutta mittaristoa varten eri työtehtäville määritetään painokertoimia niiden kuormittavuuden (mm. niihin kuluvan työajan) mukaan.

Mittariston tarkoituksena ei ole antaa työn kuormittavuudelle tarkkaa arvoa, jonka perusteella määritetään työvoiman tarve eri työpisteissä, sillä työn kuormittavuuden arvoa on mahdotonta

määritellä tarkasti, ja liikenteenohjaajan työhön on jokatapauksessa varattava riittävästi puskuriaikaa, jotta ohjaajat selviävät ennakoimattomien häiriöiden aiheuttamista kuormittavuuden vaihteluista. Mittariston tuloksen tulee olla enemmänkin suuntaa-antava arvo työpisteen liikenteenohjaajalta vaatimasta työmäärästä. Tällöin mittaristo toimii päätöksenteon tukena, muttei määräävänä tekijänä. Mittariston tärkeimmät tavoitteet voidaan tiivistää seuraavasti:

- 1. Yksinkertaisuus:** Käyttäjien ei tarvitse tuntea menetelmää ymmärtääkseen sen antamia tuloksia, jolloin niitä voidaan käyttää Liikenneviraston, VR:n esimiesten ja liikenteenohjaajien välisissä neuvotteluissa mm. työjärjestelyihin ja -vuoroihin liittyen.
- 2. Ennustaminen:** Mittaristolla tulee pystyä ennustamaan kuormituksen muutoksia, kuten keskittämistoimien aiheuttaman tehtävien uudelleenjärjestelyjen, uusien järjestelmien käyttöönoton ja poikkeuksellisten tilanteiden (mm. ratatyöt) vaikutusta kuormittavuuteen. Näin pystyttäisiin muutostilanteissa organisoimaan työjärjestelyt keskuksissa etukäteen paremmin kuin nykyään.
- 3. Mittariston tulee toimia koko Suomessa:** Mittaristoa voidaan käyttää eri ohjausalueilla, joiden ominaisuudet (mm. ohjausjärjestelmät) vaihtelevat.

Lisäksi mittariston validiteetin ja reliabiliteetin tulee täyttää vaatimukset. Mittariston tulee antaa luotettavia tuloksia, eli sen täytyy mitata juuri sitä, mitä sen on tarkoitus mitata. Mittaristo ei saa antaa myöskään sattumanvaraisia tuloksia, vaan sen on annettava sama tulos eri mittauskerroilla ja eri henkilöiden tekemänä.

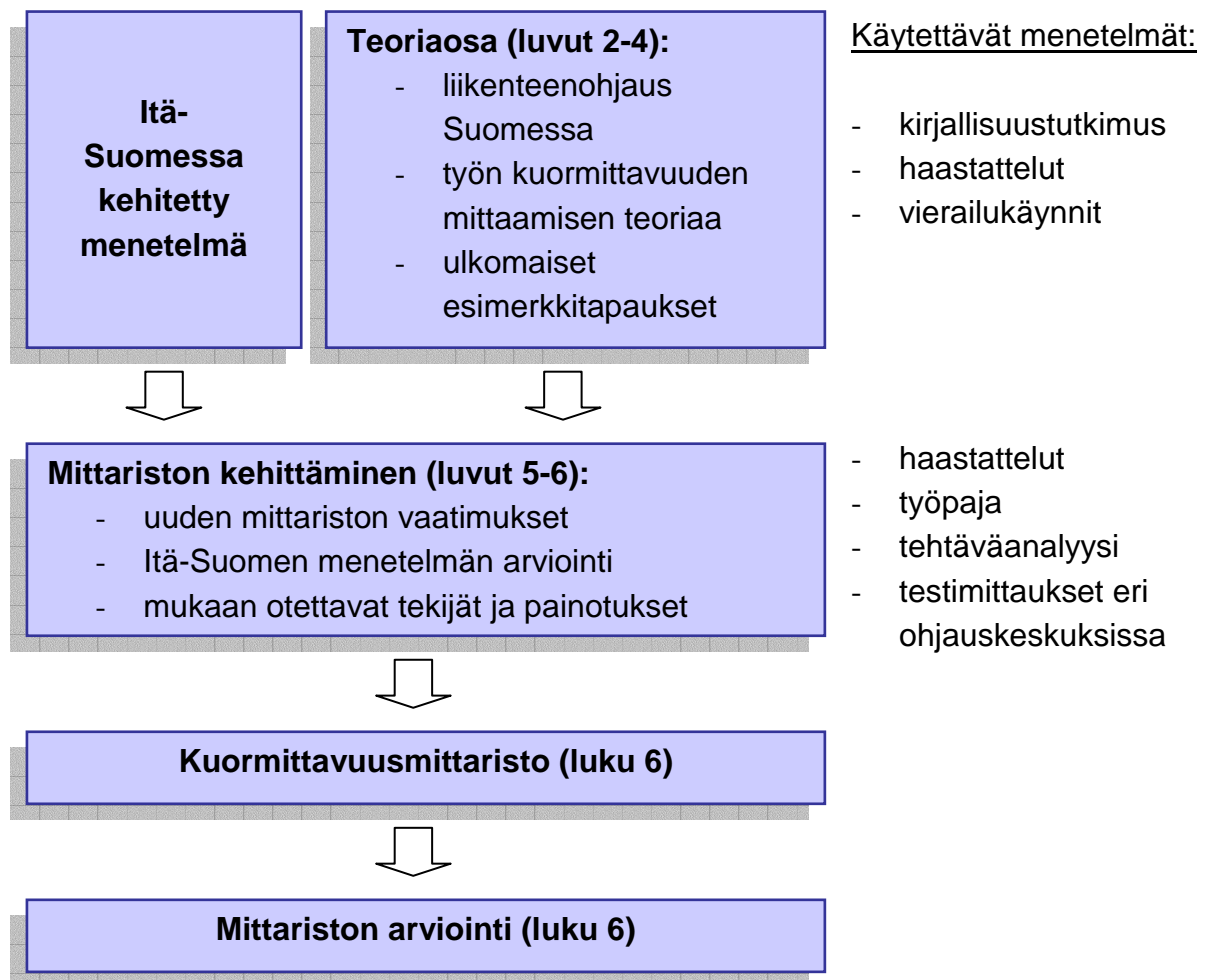
1.3 Tutkimusote ja työn rakenne

Työn teoriaosuuden tutkimusmenetelmänä käytetään päätöksentekometodologista tutkimusotetta. Olkkosen (1993) mukaan päätöksentekometodologinen tutkimusote pyrkii kehittämään lähinnä matemaattispohjaisia menetelmiä, joita voidaan käyttää apuna yrityksen päätöksenteossa. Tämä kuvaa hyvin työn päämäärää, sillä kehitettävän kuormittavuusmittariston tuloksia käytetään apuna mm. neuvoteltaessa työvuoroista ja ohjaajien määrästä eri ohjauspisteissä.

Päätöksentekometodologisessa tutkimuksessa tutkimusongelma täsmennetään ja saatetaan matemaattiseen muotoon käyttäen apuna aikaisempien ratkaisujen sekä ongelmaa koskevien teorioiden ja mahdollisten matemaattisten kuvausten tarkastelua. Pelkkä mallin luominen ei kuitenkaan riitä, vaan kyseiseen ratkaisuun päättymisen logiikka on perusteltava. Ratkaisun toimivuutta (esimerkiksi tarkkuutta) tarkastellaan yleensä yhdessä tai useassa yksittäistapauksessa tutkimuksen empiirisessä osassa. (Olkkonen 1993.) Näitä periaatteita noudatetaan myös tässä työssä.

Työ alkaa teoriaosuudella, joka kuvaa tutkimuksen aihealuetta ja luo mittariston kehittämiselle teoreettisen pohjan. Teoriaosassa esitellään kirjallisuustutkimuksen avulla liikenteenohjauksen järjestelyjä Suomessa, työn kuormittavuuden mittaamisen teoriaa sekä muutamia ulkomaisia esimerkkejä liikenteenohjaajien työn kuormittavuusmittaristoista ja niiden rakentamisesta. Tietoa kerättiin kirjallisuustutkimuksen lisäksi tutustumiskäynneillä ohjauskeskuksissa ja -pisteissä sekä haastattelemalla asiantuntijoita, jolloin saatiin kokemuksen tuomaa ns. ”hiljaista tietoa” suoraan liikenteenohjaajilta ja heidän esimiehiltään.

Empiirisessä osassa luodaan teoriaosan ja Itä-Suomessa kehitetyn kuormittavuuden arviointimenetelmän pohjalta uusi kuormittavuusmittaristo, jossa eri kuormitustekijöille on määritetään painoarvot. Kuormitustekijöiden ja painokertoimien määrittelyä varten kootaan tietoa päivän mittaisessa työpajassa, johon osallistuu liikenteenohjaajia, VR:n esimiehiä ja Liikenneviraston edustajia. Mittaristo kehitetään työpajan jälkeen tehtävien testimittauksen perusteella. Kehittämistyötä opastaa ohjausryhmä, jonka muodostavat Liikenneviraston Itä-Suomen liikenteen aluepäällikkö Raija Karkkonen sekä VR:n Kouvolan ohjauspalvelukeskuksen päällikkö Terho Lankinen, joilla on kokemusta aikaisemmista kuormittavuusmittauksista sekä mittariston kehittämisestä. Työn rakenne on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Työn rakenne.

2 LIIKENTEENOHJAUS SUOMESSA

2.1 Yleistä

Liikenteenohjauksen päätehtävänä on varmistaa, että junaliikenne sujuu turvallisesti ja aikataulunmukaisesti. Liikenteenohjaajat ohjaavat kunkin junan oikealle raiteelle oikeaan aikaan sekä suunnittelevat uudet reititykset ja aikataulut häiriötilanteissa. Keskeinen osa liikenteenohjaajien tehtäviä onkin seurata liikennetilanteen kehittymistä ja ennakoida mahdollisia häiriöitä. Ennakoinnilla voidaan ehkäistä ruuhkatilanteita sekä minimoida niiden vaikutuksia liikenteeseen. Häiriötilanteissa liikenteenohjauksen tavoitteena on palauttaa liikennetilanne normaaliksi mahdollisimman nopeasti. (Ala-Laurinaho ym. 2009a.)

Liikenteenohjauksen työtehtävät määritellään edellisessä Rautatielaissa seuraavasti: ”Liikenteenohjaus tarkoittaa myönnetyn ratakapasiteetin jaon toteuttamista sekä rataverkon liikennöinnin ohjaamista ja hallintaa yksittäisillä rautatiereiteillä ja rataverkon liikennepaikkojen raiteistoilla käytettävissä olevien liikenteenohjausjärjestelmien ja rataverkolla liikennöintiä koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti.” (Rautatielaki 198/2003: 2§, kohta 8.)

Käytännössä liikenteenohjaajat kontrolloivat vaihteiden asentoa ja opastimia, joista junan kuljettajat näkevät onko seuraava rataosuus vapaa vai varattu. Liikenteenohjaus vaatii fyysisten toimenpiteiden lisäksi myös kognitiivista työtä. Ohjaaja tarkkailee ja arvioi jatkuvasti liikennetilannetta, ennakoi ja priorisoi tehtäviä sekä suunnittelee liikennettä ja tekee päätöksiä saatavilla olevien tietojen pohjalta. Tietoa kerätään monista eri lähteistä, ja päätöksenteko vaatii kommunikointia liikenteenohjausverkoston eri toimijoiden kanssa.

2.2 Liikenteenohjauksen kehitysvaiheita Suomessa

2.2.1 Liikenteenohjausjärjestelyjen muutos

Rautatieliikenne Suomessa on muutostilassa johtuen organisaatiomuutoksista sekä tavaraliikenteen ja mahdollisesta matkustajaliikenteen avaamisesta kilpailulle. Nämä muutokset vaikuttavat liikennetelematiikan kehittymisen ohella myös liikenteenohjauksen järjestelyihin ohjauksen keskittämisenä, vastuualueiden ja tehtävien muutoksina sekä ohjaustekniikan automatisoinnin lisääntymisenä. Muutokset liikenteenohjauksessa ovat osa 70-luvulla alkanutta prosessia, jonka aikana liikenteenohjaus on siirtynyt paikallisesta ohjauksesta laajempien alueiden tietokoneavusteiseen kauko-ohjaukseen. Seuraavaksi luodaan katsaus siihen, miten nykyiseen tilanteeseen on päädytty.

Ennen kauko-ohjausjärjestelmiin siirtymistä liikenteenohjaus järjestettiin paikallisesti. Lähes jokaisella liikennepaikalla oli oma junasuorittajansa ja vaihdemiehiä. Junasuorittajan liikenteenohjaustyö ei usein vienyt täyttä työaikaakaan ja työtehtäviin kuului myös muita tehtäviä kuten lipunmyyntiä ja rahtikirjojen tekoa. Junasuorittajilta edellytettiin tarkkaa

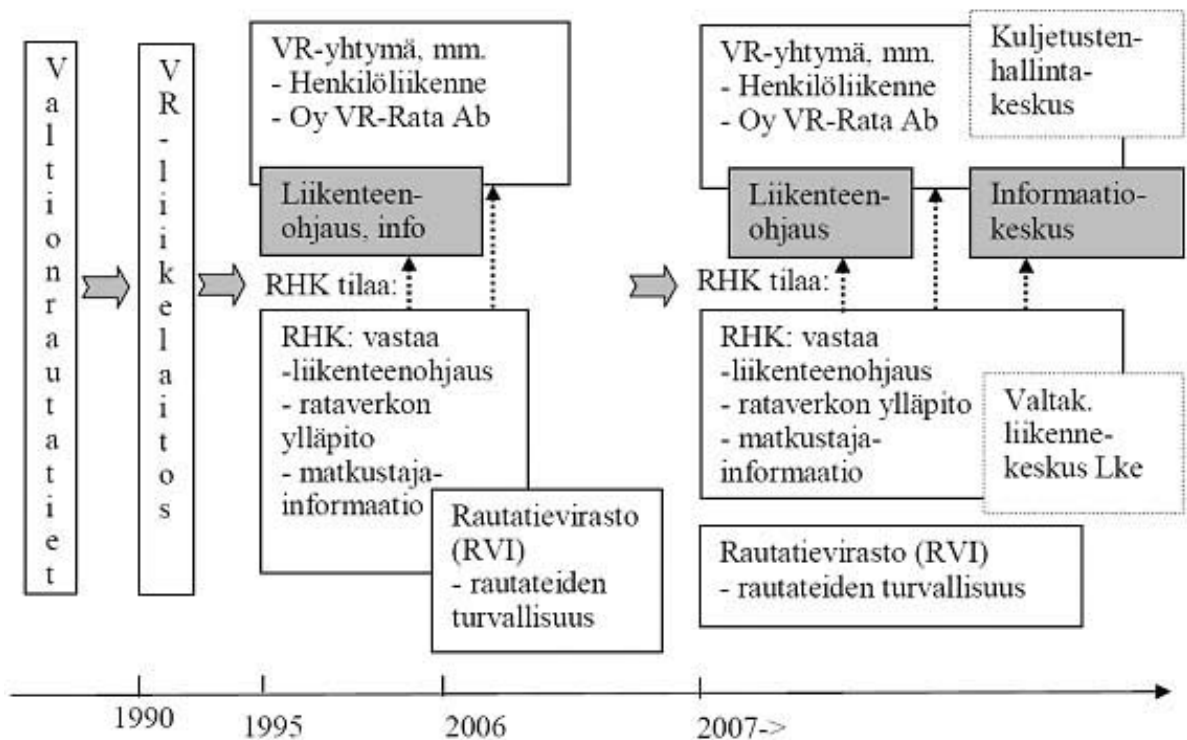
paikallistuntemusta esimerkiksi vaihteiden sijainnista rataosuuksilla. Toisaalta heillä ei ollut paljoa tietoa oman alueensa ulkopuolisista rataosuuksista, ohjaustoimista tai liikenteestä. (Ala-Laurinaho ym. 2009a.)

1970-luvulta lähtien liikenteenohjausta ryhdyttiin keskittämään asteittain. Ohjausalueita yhdistettiin erilaisilla mekaanisilla, elektronisilla ja automatisoiduilla järjestelmillä. Samalla liikenteenohjaajien tehtävät siirtyivät ohjaustorneihin. Myöhemmin liikenteenohjauksessa otettiin käyttöön kehittyneempiä ohjauslaitteita ja -järjestelmiä. Yksi näistä järjestelmistä oli Etelä-Suomessa 1990-luvun alussa käyttöön otettu HELKA – järjestelmä (Helsingin kauko-ohjaus). Järjestelmien avulla pystyttiin ohjaamaan laajempaa aluetta kuin aikaisemmin ja liikenteenohjaajan työ muuttui entistä enemmän monitoreiden, kameroiden ja järjestelmien välityksellä tapahtuvaksi liikennetilanteen hallinnaksi sekä häiriöiden ennakoinniksi ja hallinnaksi. Yhteydenpitoa hoidettiin entistä enemmän erilaisilla puhelin- ja seurantajärjestelmillä. Myös matkustajakuulutuksia ja laiturinformaatiota uudistettiin. Näiden uudistusten myötä liikenteenohjausta pystytään hoitamaan suuremmalla alueella yhdestä pisteestä, mutta toisaalta liikenteenohjaajien paikallistuntemus on vähentynyt. (Ala-Laurinaho ym. 2009a.)

1990-luvulla alkoivat myös organisatoriset uudistukset, joissa Valtionrautatiet muuttui valtion virastosta VR-liikelaitokseksi ja vuonna 1995 VR Yhtymä Oy:ksi, joka oli valtion omistama konserni useine osakeyhtiöineen (Kuva 2). Yhtiöittämisen myötä perustettiin Ratahallintokeskus (RHK), joka sai tehtäväkseen mm. rataverkon ylläpidon ja liikenteenohjauksen. RHK kuitenkin osti liikenteenohjauspalvelut VR Osakeyhtiöltä. Vuonna 2006 perustetulle Rautatievirastolle (RVI) siirrettiin RHK:lta mm. rautateiden turvallisuuden valvonta ja turvallisuusnormien valmistelutehtävät. Uudistukset liittyivät osittain eurooppalaiseen/kansainväliseen lainsäädäntöön ja kehitykseen rautateillä ja niillä haluttiin pohjustaa usean liikenteenharjoittajan toimintamahdollisuuksia Suomessa. (Ala-Laurinaho ym. 2009b.)

RHK:n perustama Liikennekeskus (Lke) aloitti toimintansa vuonna 2008. Liikennekeskuksen tehtävänä on valtakunnallinen liikenteenohjaus ja rautatieliikenteen sujumisen valvonta. Liikennekeskus ratkaisee tarvittaessa liikenteen häiriötilanteita koko rataverkolla sekä tiedottaa häiriöistä. Liikennekeskus minimoi häiriötilanteiden vaikutuksia koordinoimalla alueellista liikenteenohjausta ja antamalla liikenteenohjaajille ohjeita. Vielä samana vuonna perustettiin Lke:n lisäksi Infokeskus (Info), jonka vastuulla on eteläisen Suomen matkustajainformaatio. Liikenteenohjauspalvelut Liikennevirasto ostaa Liikennekeskusta lukuun ottamatta VR:ltä. VR on puolestaan perustanut Kuljetushallintakeskuksen (Kuha), joka huolehtii kalustokierrosta ja korvaavista kuljetuksista. (Ala-Laurinaho ym. 2009b.)

Vuoden 2010 alusta RHK liitettiin uuteen Liikennevirastoon yhdessä Tiehallinnon ja Merenkululaitoksen kanssa. Liikennevirasto peri RHK:lta vastuun liikenteenohjauspalveluista, jotka ostetaan edelleen VR:ltä Rataliikennekeskusta lukuun ottamatta. Rautatievirasto puolestaan liittyi Liikenteen turvallisuusvirastoon ja sai uuden nimen ”Trafi”.



Kuva 2 Liikenteenohjaukseen liittyvät organisaatiomuutokset Suomessa (Ala-Laurinaho ym. 2009b).

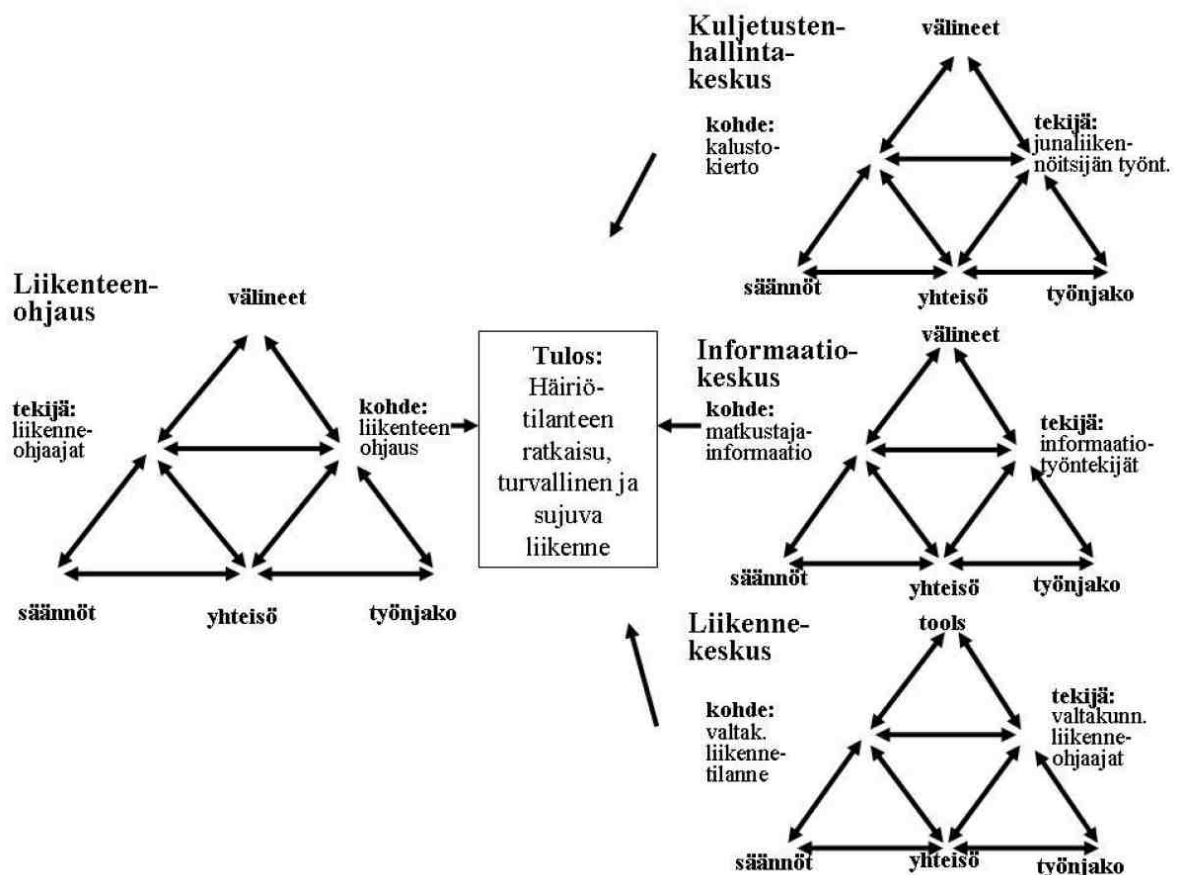
2.2.2 Liikenteenohjaajan työn muutos

Muutokset liikenteenohjausjärjestelyissä ovat vaikuttaneet liikenteenohjaajien työhön. Samalla kun liikenteenohjaajan työnkuva on muuttunut yksittäisten rataosuuksien ohjaamisesta laajempien alueiden kauko-ohjaukseen ohjauskeskuksista, ovat myös liikenteenohjaajien työkalut muuttuneet konkreettisista vivuista ja nappuloista tietokonepohjaiseen kauko-ohjaukseen. Lisäksi liikenteenohjaukseen on tullut viime vuosina uusia toimijoita, jotka muuttavat perinteisten toimijoiden vastuualueita.

Tekniikan kehitys mahdollistaa uusien ohjausjärjestelmien ja viestintävälineiden käyttöönoton, joilla pyritään tehostamaan liikenteenohjausta. Uusilla järjestelmillä, kuten esimerkiksi Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmällä (ESKO), on tarkoitus kasvattaa järjestelmän automaatioastetta sekä korvata ja tarjota uusi käyttöliittymä vanhoihin toisiinsa linkittyneisiin ohjaus-, kontrolli-, turvallisuus-, tiedonvälitys- ja päätöksentekijärjestelmiin kuten HELKA, junien kulun seurantajärjestelmä (JUSE) ja ennakkotietojärjestelmä (ETJ). Liikenteenohjaajien tulee kuitenkin hahmottaa myös vanhojen järjestelmien toimintalogiikkaa ymmärtääkseen, miten toimia häiriötilanteissa erilaisten häiriöilmoitusten, viestien ja muun informaation perusteella. Työssä ei riitä, että tuntee yksittäiset järjestelmät, vaan liikenteenohjaajien on hallittava koko järjestelmien verkosto, järjestelmien yhteydet sekä toimenpiteiden vaikutukset ”todelliseen maailmaan” ja liikennetilanteeseen. (Ala-Laurinahon ym. 2009b.)

Työvälineiden muutoksen lisäksi liikenteenohjaajan työhön vaikuttavat muutokset liikenteenohjauksen järjestelyissä ja toimijoissa. Liikenteenohjauksen keskittäminen on siirtänyt paikallisohjauksen tehtäviä liikenteenohjauskeskusten hoidettavaksi. Samaan tilaan siirrettyjen paikallisten liikenteenohjauspisteiden tehtäviä on yhdistelty suurempien alueiden kauko-ohjauksen piiriin. Näin ollen myös liikenteenohjauksessa tarvittava ohjaajamäärä on pienentynyt. Ohjauspisteitä on jäljellä enää 20 ja myös ne tullaan jatkossa keskittämään ohjauskeskuksiin. (Haastattelu 2010.)

Viimeisten vuosien aikana liikenteenohjaajien työtehtävät ovat hajautuneet usealle eri toimijalle liikenteenohjausverkostoon (Kuva 3). Verkostoon kuuluu alueellisen liikenteenohjauksen lisäksi Rataliikennekeskus (Rlke), Info ja Kuha. Muutos näkyy selkeimmin häiriötilanteiden hoitamisessa. Liikenteenohjaaja vastaa näissä tilanteissa lähinnä junakulkuteiden turvaamisesta ja muuttuneen aikataulun suunnittelusta sekä toimii yhdyshenkilönä eri tahoihin. Rlke puolestaan työskentelee koko rataverkon liikennetilanteen normalisoimiseksi yhdessä alueellisten liikenteenohjauskeskusten kanssa ja vastaa häiriötiedottamisesta. Osapuolien välinen kommunikaatio ja yhteistyö on tarkoitus muuttua entistä enemmän tietojärjestelmien kautta organisoiduksi. Tällöin eri osapuolten kommunikointi muuttuu vähemmän aikaavieväksi, kun esimerkiksi puheluiden määrä vähenee nykyiseen verrattuna. Organisaatiomuutoksien aiheuttama työtehtävien hajautuminen on uudistuksien jälkeen aiheuttanut epätietoisuutta muiden toimijoiden vastuualueista ja yhteydenpidosta eri toimijoiden välillä. (Ala-Laurinahon ym. 2009b.)



Kuva 3 Liikenteenohjausverkosto (Ala-Laurinahon ym. 2009b).

2.2.3 Liikenteenohjauksen yhteydessä käytettäviä nimikkeitä

Liikenteenohjaustyötä koskevat muutokset vaikuttavat eri työtehtävien nimikkeisiin, kun osa tehtävistä poistuu kokonaan ja osa tehtävistä yhdistetään. On siis tarpeen tehdä selväksi nimikkeiden historiaa ja työnjakoa eri työtehtävien kesken, jotta voidaan ymmärtää liikenteenohjaajien käytännön tehtäviä. Nimikkeistä ei löydy kattavasti kirjallista tietoa, joten lähteenä on käytetty Itä-Suomen liikenteen aluepäällikön ja tämän työn ohjaaja Raija Karkkosen kanssa käytyjä keskusteluja.

Ennen kauko-ohjauksen käyttöönottoa liikenteenohjauksesta vastasivat paikallisesti *junasuorittajat*. Junasuorittaja oli liikennepaikan operatiivinen esimies, joka teki liikenteenohjausta koskevat ratkaisut. Junasuorittajat turvasivat junien käyttämät kulkutiet käsin asetinlaitteella. Heidän apunaan saattoi olla myös *vaihdemiehiä*, jotka käänsivät vaihteiden asentoa junasuorittajien ohjeiden mukaisesti. Ammattinimike junasuorittaja muutettiin Suomessa muotoon *liikenteenohjaaja* miehitettyjen asemien vähenemisen, kauko-ohjausjärjestelmiin siirtymisen sekä liikennemääräysten muuttuessa. Paikallisesti liikennettä ohjataan edelleen asemilla, joita ei ole vielä liitetty kauko-ohjaukseen. Näillä asemilla on usein käytössä vanhaa ohjaustekniikkaa, joka ei mahdollista kauko-ohjaukseen siirtymistä. Junasuorittajat hoitavat tehtäviään nykyään ratapihojen ja laitureiden sijaan ohjauspisteestä käsin. Liikenteenohjaajien apuna voi edelleen olla ratapihalla vaihdemiehiä, jotka hoitavat vaihteita ohjaajan käskyjen mukaan käsin.

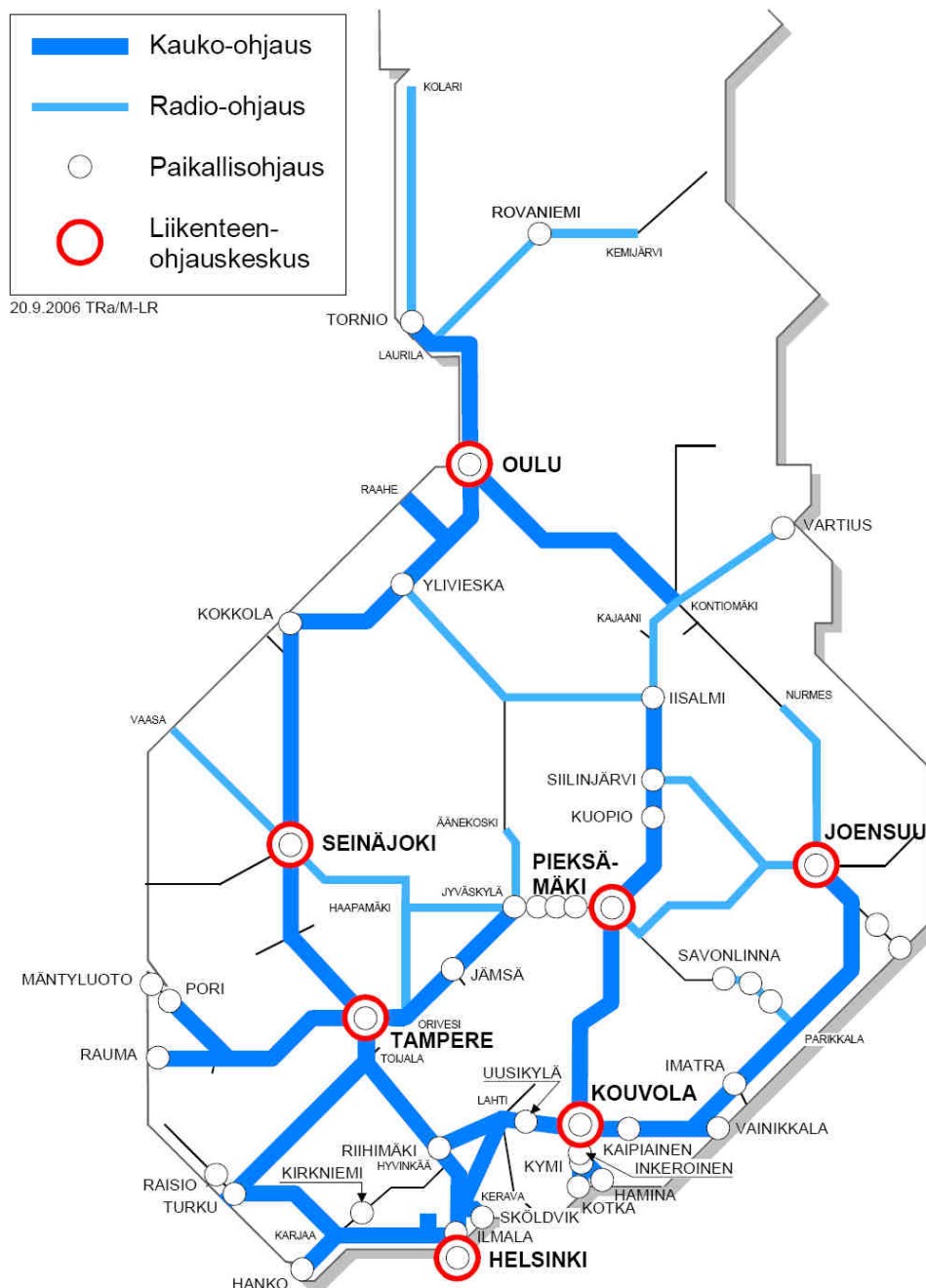
Liikenteenohjauksen siirryttyä alueelliseen kauko-ohjaukseen liikenteenohjaajat siirtyivät työskentelemään liikenteenohjauskeskuksiin ns. torneihin. *Junaohjaajat* ohjasivat liikenteenohjaajien tavoin oman alueensa liikennettä käyttämällä kauko-ohjausjärjestelmää, mutta toimivat myös keskuksen operatiivisena esimiehenä ja vastasivat päätöksenteosta. Juna- ja liikenteenohjaajien apuna tornissa toimi *asetinlaitemiehiä*, jotka varmistivat junien kulkuteitä pääsääntöisesti ratapihoilla. Asetinlaitemiehillä oli konduktöörin koulutus, joten he eivät voineet hoitaa liikenteenohjauksen tehtäviä. Asetinlaitemies on ammattinimikkeenä poistumassa lähiaikoina käytöstä, kun ohjausjärjestelmät kehittyvät. Asetinlaitemiehille tarjotaan kuitenkin mahdollisuus liikenteenohjaajan koulutukseen, joten he voivat jatkaa työskentelyä ohjauskeskuksissa myös jatkossa.

Junaohjaajan tehtäviä hoitavat nykyään *alueohjaajat*, joilla ei ole kokopäiväisesti ohjattavaa aluetta. He hoitavat mm. ohjausalueiden operatiivisen esimiehen tehtäviä, avustavat tarvittaessa liikenteenohjaajia ohjauksessa ja vastaavat yhteyksistä muihin tahoihin. Muilla tahoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä uuteen liikenteenohjausverkostoon kuuluvia Rlkea, Infoa, ja Kuhaa. Tulevaisuudessa siirrytään siis tilanteeseen, jossa liikenteenohjauskeskuksissa työskentelee vain liikenteenohjaajia ja alueohjaajia. Alaluvussa 2.5.1 käsitellään näiden ammattinimikkeiden työtehtäviä tarkemmin.

2.3 Nykyiset liikenteenohjausjärjestelyt

2.3.1 Yleistä

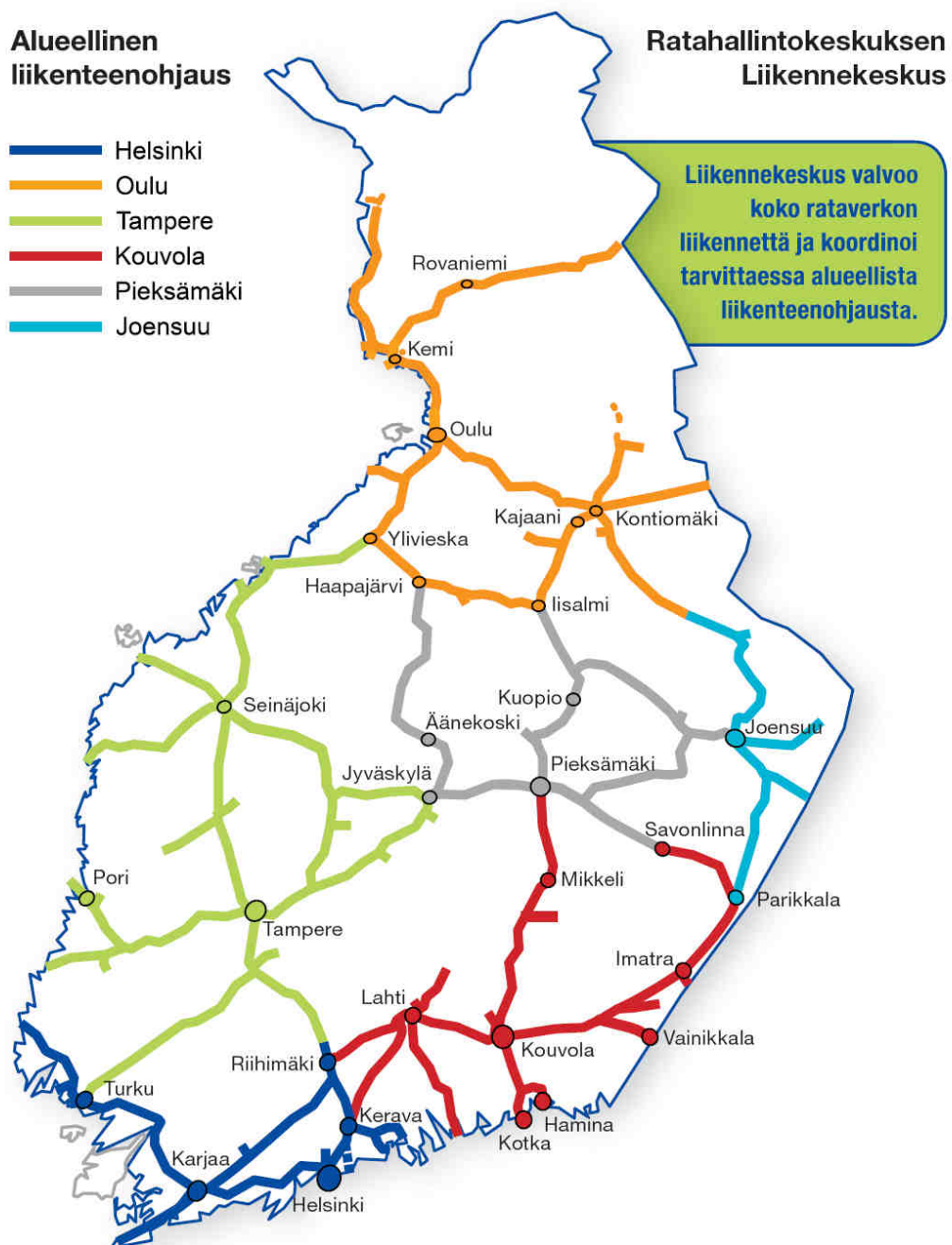
Suomen rataverkko on vuoden 2010 alussa yhteensä noin 5900 kilometriä, josta noin 3000 kilometriä on sähköistetty. Vilkkaimmat rataosat kuuluvat kauko-ohjauksen piiriin ja muita hallitaan radio-ohjauksella. Rataverkon liikenteenohjaukseen kuuluu 7 alueellista liikenteenohjauskeskusta ja 20 liikenteenohjauspistettä eri puolilla Suomea. Lisäksi Helsingissä toimii Rataliikennekeskus sekä Infokeskus. Kauko-ohjaukseen vuonna 2006 kuuluneet rataosat sekä liikenteenohjauskeskukset ja -pisteet on esitetty kuvassa 4. (RHK 2009.)



Kuva 4 Suomen rataverkon liikenteenohjaus vuoden 2006 lopussa (Suvanto & Mäkitalo 2006).

2.3.2 Liikenteenohjauskeskukset

Liikenteenohjauskeskuksia on vuoden 2010 alussa Helsingissä, Tampereella, Kouvolassa, Pieksämäellä, Oulussa, Seinäjoella ja Joensuussa. Keskuksissa ohjataan kuhunkin ohjausalueeseen kuuluvaa rataverkon osaa (Kuva 5). Viidessä ensin mainitussa keskuksessä on liikenteenohjaajien lisäksi alueohjaus. Alueohjauksen roolina on johtaa oman alueensa liikenteenohjausta, ja sen tehtäviin kuuluu liikenteen suunnittelua, valvontaa, tulevien tilanteiden ennakkointia, toteutumisen seurantaa ja raportointia sekä häiriötilanteiden hoitamista. Joensuussa ja Seinäjoella näitä tehtäviä hoitaa junaohjaaja liikenteenohjaustyön ohella. (Haastattelu 2010.)



Kuva 5 Liikenteenohjausalueet (RHK:n Liikennekeskuksen esite 2008).

Ohjauskeskuksissa liikenteenohjausalueet on jaettu osa-alueisiin ja kunkin alueen ohjaajan työpisteeltä löytyy kyseisen ohjattavan alueen kontrollointiin tarkoitetut työvälineet. Yksittäistä ohjauspöytää hoitaa yleensä yksi liikenteenohjaaja, mutta tekniikan salliessa työpöydän tehtävät voidaan jakaa usean ohjaajan hoidettavaksi, jos pöydän työmäärät sitä vaativat. Ohjauspöydät on ryhmitelty ohjauskeskuksissa vierekkäin, joten liikenteenohjaajat voivat helposti olla yhteydessä viereisten alueiden ohjaajien kanssa, mikä helpottaa liikennetilanteiden hahmottamista ja häiriöiden tiedottamista. Toisien ohjauskeskusten liikenteenohjausalueilta ohjaajat saavat tietoa puhelimitse sekä JUSE:n välityksellä. Ohjaajien tukena on vastaava alueohjaaja, jolla on kokonaiskuva alueen liikennetilasta. Alueohjaaja pitää myös yhteyttä ohjauskeskuksesta mm. Rataliikennekeskukseen ja Kuha:an sekä hoitaa tarvittaessa liikenteenohjaajien tehtäviä. (Liikenteenohjaukseen tutustuminen 2010.)

2.3.3 Liikenteenohjauspisteet

Liikenteenohjauskeskukset vastaavat alueen kauko-ohjausjärjestelmän hallinnasta ja käytöstä, kun liikenteenohjauspisteissä hoidetaan paikallisesti vain tietyn paikkakunnan liikenteenohjausta. Näillä liikennepaikoilla on yleensä vanhaa ohjaustekniikkaa, jota ei ole liitetty vielä kauko-ohjaukseen. Esimerkiksi Kuopion liikenteenohjauspiste liitetään suunnitelmien mukaan Pieksämäen kauko-ohjauksen piiriin vuonna 2012. Kuopion aseman ratapihalla on käytössä vielä sekä käsin käännettäviä vaihteita että vaihteita, joiden asentoa käännetään aseman yläkerrassa sijaitsevan ohjauspisteen vanhalla asetinlaitteella. Kyseinen asetinlaite näkyy kuvassa 6 taustalla. (Liikenteenohjaukseen tutustuminen 2010.)



Kuva 6 Kuopion liikenteenohjauspisteen työkalut. Kuva otettu 15.3.2010.

Paikallisia liikenteenohjauspisteitä oli vuoden 2010 alussa 20. Pisteet sijaitsivat Turussa, Riihimäellä, Sköldvikissä, Vilppulassa, Jämsässä, Porissa (siirto kauko-ohjaukseen helmikuussa 2010), Raumalla (siirto kauko-ohjaukseen helmikuussa 2010), Kotkassa, Inkeröissä, Kymissä, Imatralla, Vainikkalassa, Siilinjärvellä, Kuopiossa, Iisalmella, Ylivieskassa, Kokkolassa, Vartiuksessa, Torniossa ja Niiralassa. Kaikki nämä pisteet tullaan liittämään kauko-ohjauksen piiriin ja keskittämään liikenteenohjauskeskuksiin. (Haastattelu 2010.)

2.3.4 Rataliikennekeskus, Infokeskus ja Kuha

Rataliikennekeskus (Rlke) valvoo koko Suomen rautatieliikenteen sujumista ympäri vuorokauden, ratkaisee tarvittaessa liikenteen häiriötilanteita ja tiedottaa häiriöistä. Liikennetilannetta seurataan tieto- ja liikenteenohjausjärjestelmien avulla. Häiriötilanteissa liikennepääällikkö suunnittelee ja koordinoi tarvittavat toimenpiteet yhdessä liikennöitsijän kanssa sekä opastaa alueellista liikenteenohjausta antamalla ohjeita liikenteenohjaajille. Rlke:n vastuulla on tiedottaa häiriö- ja onnettomuustilanteista julkisuuteen ja olla tarvittaessa yhteydessä viranomaisiin. Rlke jakaa myös ratakapasiteetin liikennöitsijöille kiireellisissä tilanteissa (esimerkiksi muuttunutta aikataulutarvetta varten), päättää poikkeustilanteissa ratatöiden ja liikenteen yhteensovittamisesta sekä hyväksyy poikkeukselliset liikennejärjestelyt ja sen, voiko juna liikkua ilman JKV -laitetta. (RHK:n Liikennekeskuksen esite 2008 ja Liikenteenohjauksen käsikirja 2008.)

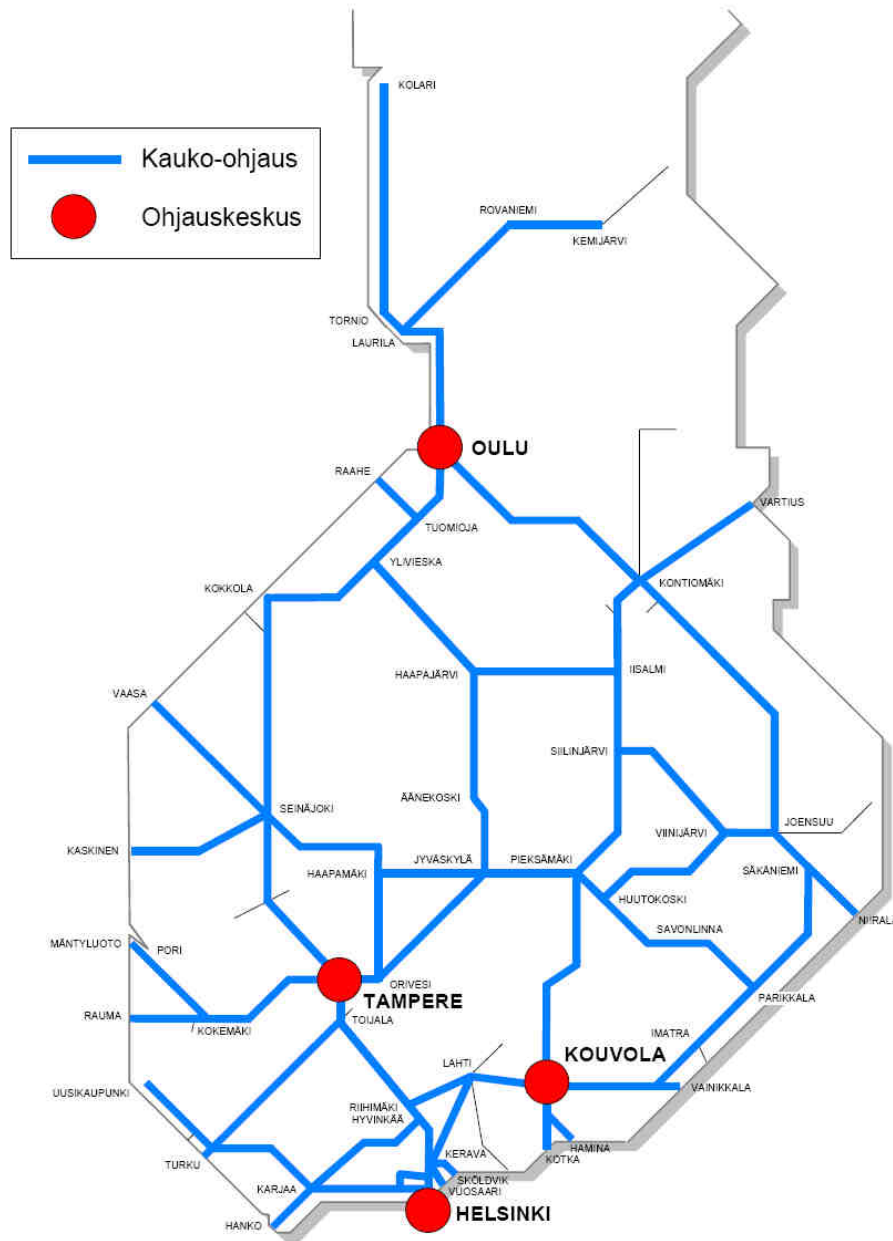
Alueellisen liikenteenohjauksen tehtävänä on ilmoittaa Rlke:lle tietoja, jotka ovat oleellisia liikennetilannekuvan ylläpitämistä varten. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi onnettomuudet, vaaratilanteet, ratakapasiteetin käyttöön vaikuttavat junien myöhästymiset, ratatöiden aloituksen myöhästymisen tai siihen varatun ajan ylitys, viat turvalaitteissa yms. laitteissa, ratavauriot sekä häiriöt tieto- tai ohjausjärjestelmissä. (RHK:n Liikennekeskuksen esite 2008.)

Etelä-Suomessa liikenteenohjaajien vastuu matkustajainformaation antamisesta on siirretty Infokeskukselle. Tulevaisuudessa Infon vastuualuetta tullaan mahdollisesti laajentamaan kattamaan koko Suomen rataverkon (Bäckström ym. 2007). VR:n Kuljetushallintakeskus puolestaan huolehtii kalustokierrosta ja korvaavista kuljetuksista sekä vastaa häiriötilanteiden hallinnan johtamisesta kuljetusten näkökulmasta. (Ala-Laurinaho ym. 2009a.)

2.4 Muutokset liikenteenohjausjärjestelyihin

Liikenne- ja viestintäministeriön asettaman rautatieliikenteen liikenteenohjauksen järjestämistä pohtinut työryhmä ehdotti raportissaan liikenteenohjauksen keskittämistä vuoteen 2020 mennessä Helsingin, Kouvolan, Tampereen ja Oulun liikenteenohjauskeskuksiin (Kuva 7). Myöhemmin voidaan tekniikan puolesta mahdollisesti siirtyä jopa yhteen valtakunnalliseen liikenteenohjauskeskukseen. Samalla yhä suurempi osa raideverkosta liitetään kauko-ohjauksen piiriin. Liikenneviraston tavoitteena on rakentaa pitkällä aikavälillä liikenteenohjauksen käyttöön sellaiset järjestelmät, joissa on

mahdollisimman paljon automatiikkaa. Näiden liikenteenohjausinvestointien jälkeen liikenteenohjauksessa tarvittavan henkilöstön määrä pienenee, kun ohjaajat valvovat suurempia alueita. (Suvanto & Mäkitalo 2006.)

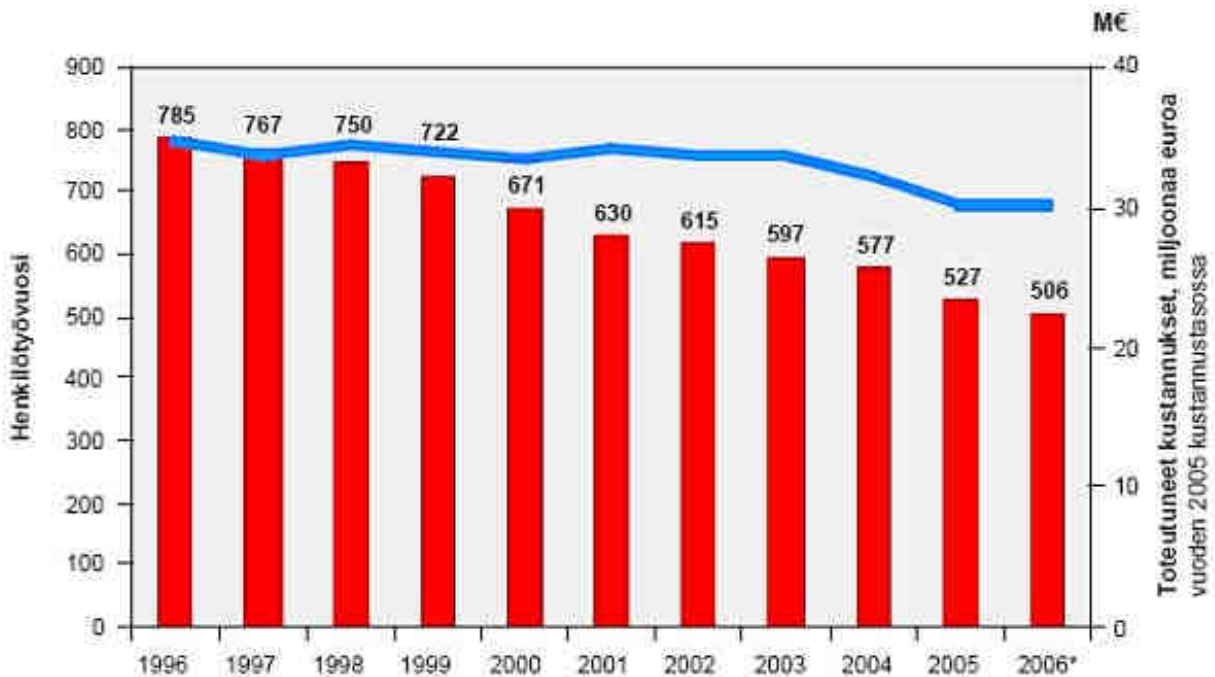


Kuva 7 Liikenteenohjauksen tavoitetilanne vuonna 2020 (Suvanto & Mäkitalo 2006).

Liikenteenohjauksen kehittämiseksi luettiin työryhmän (Suvanto & Mäkitalo 2006) raportissa perusteita, jotka liittyvät rataverkon avautumiseen kilpailulle, liikenteenohjaustekniikan kehittymiseen ja liikenteenohjauksesta aiheutuvien kustannusten pienentämiseen. Tärkein syy on rataverkon vapautuminen kilpailulle. Suomi on ainoa maa Euroopassa, jossa liikenteenohjaus on raideliikennettä harjoittavan yhtiön alaisuudessa. Jos vuonna 2006 kilpailulle vapautetuille tavaraliikennemarkkinoille tai tulevaisuudessa mahdollisesti vapautuvalle matkustajaliikennemarkkinoille ilmaantuu muita operaattoreita VR:n lisäksi, ei liikenteenohjauspalveluja voida enää ostaa liikennettä harjoittavalta VR:ltä.

Tällöin tilanne ei täyttäisi operaattorien kilpailun asettamia vaatimuksia, koska yksi operaattoreista vastaisi myös kilpailijoidensa ohjauksesta. Liikenteenohjauksen järjestäminen on organisoitava uudelleen siten, että se täyttää tasapuolisuuden, läpinäkyvyyteen ja viranomaistehtävän toteutumiseen liittyvät vaatimukset ennen kuin markkinoille ilmaantuu VR:n kilpailijoita.

Kehittämisellä pyritään myös vähentämään liikenteenohjauksesta aiheutuvia kustannuksia tehostamalla liikenteenohjaustyötä. Liikenteenohjauksesta aiheutuneet kustannukset pysyivät vuosien 1996 – 2006 välillä likimain samalla tasolla, vaikka henkilötöyvuosien määrä on vuosittain laskenut (Kuva 8). Työn automatisoinnin myötä liikenteenohjaustyön vaativuus on lisääntynyt, mikä on kasvattanut palkkatasoa. Tästä johtuen liikenteenohjauksen kustannukset eivät ole laskeneet samassa suhteessa, vaikka liikenteenohjauksen automatisointi ja keskittäminen ovat johtaneet pienempään henkilöstötarpeeseen. Tulevaisuudessa henkilöstökustannusten odotetaan laskevan liikenteenohjauksen automatisoinnin ja keskittämisen edetessä. (Suvanto & Mäkitalo 2006.)



Kuva 8 Liikenteenohjauksen kustannukset ja henkilötöymäärät (Suvanto & Mäkitalo 2006).

2.5 Liikenteenohjaajan työ

2.5.1 Liikenteenohjaajien ja alueohjaajien työtehtävät

Liikenteenohjaus ohjaa junaliikennettä kauko-ohjatuilla radoilla kontrolloimalla vaihteiden asentoa sekä valo-opastimia, joista junan kuljettajat näkevät onko seuraava rataosuus vapaa vai varattu. Liikenteenohjaus vaatii fyysisten toimenpiteiden lisäksi myös kognitiivista työtä. Ohjaaja tarkkailee ja arvioi jatkuvasti liikennetilannetta, ennakoii ja priorisoi tehtäviä sekä suunnittelee ja tekee päätöksiä saatavilla olevien tietojen pohjalta. Tietoa kerätään monista eri

lähteistä, ja päätöksenteko vaatii kommunikointia liikenteenohjausverkoston eri toimijoiden kanssa. (Haavisto ym. 2010.)

Liikenteenohjaajien työnkuva vaihtelee eri liikenteenohjausalueiden välillä, koska niissä on käytössä erilaisia järjestelmiä ja myös liikennemäärät sekä ohjattavan alueen koko vaihtelevat työpisteittäin. Suomessa *liikenteenohjaajan* työtehtäviä ei ole tarkasti listattu, mutta Itä-Suomen kuormittavuusmittariston jaottelun, liikenteenohjauksen käsikirjan, tutustumiskäyntien ja haastatteluiden perusteella työtehtävät voisi määritellä seuraavasti:

- **Junakulkuteiden turvaaminen:** Käytetään ohjausjärjestelmää, jonka automaatioasteesta riippuu tarvittavien toimenpiteiden määrä. Automatisoidut ohjausjärjestelmät varmistavat junalle koko ohjattavan alueen kulkutiet kerralla. Jos koko alueen automaattinen ohjaus ei ole mahdollista, käytetään ns. ylipainettavia kulkuteitä, jolloin junan kulkutie varmistetaan yhdellä napinpainalluksella liikennepaikan yli. Vanhempaa, ei-automatisoitua tekniikkaa käytettäessä tulee jokaisen vaihteen asennon muutos syöttää erikseen.
- **Liikenteenohjausilmoitukset:** Veturinkuljettajalle annettava ilmoitus junan kulkuun poikkeuksellisesti vaikuttavasta seikasta.
- **Junasuoritusopimukset:** Kahden vierekkäisen liikenteenohjausyksikön välillä tehty sopimus liikenteen turvaamisesta. Tämä toimenpide on käytössä enää muutamilla ohjausalueilla, ja se on jäämässä historiaan kauko-ohjaukseen siirtymisen myötä.
- **Viestiliikenne:** Ohjaajat keskustelevat viereisten alueiden ohjaajien, veturinkuljettajien, konduktöörin, tallipäivystäjien jne. kanssa.
- **Luvananto ja suojaustoimenpiteet:** Vaihtotyöt ja ratatyöt.
- **Matkustajainformaatiojärjestelmien käyttö:** MIKU:n (matkustajainformaatio- ja kuulutusjärjestelmä) kuulutusten seuraaminen (automaattiset kuulutukset), mahdolliset huulikuulutukset (itse suoritettavat kuulutukset). Poikkeuksena on Etelä-Suomi, jossa matkustaja-informaation hoitaa Infokeskus.
- **JUSE** (junien kulun seuranta järjestelmä) – päivitykset.
- **Dokumentointi:** Graafiset junapäiväkirjamerkinnot.
- **Toiminta häiriötilanteissa:** Liikennetilanne pyritään palauttamaan mahdollisimman nopeasti normaaliksi. Tiedottaminen sidosryhmille ja yhteistyö alueohjauksen kanssa.
- **Toiminta myöhästymistilanteissa:** Toimii yhteysjunien odotuslistan mukaan. Ohjeesta poikkeamiseen luvan antaa Rlke, ja tarvittavista korvaavista kuljetuksista huolehtii Kuha.

Tässä tutkimuksessa keskitytään liikenteenohjaajien työn kuormittavuuteen. Koska tulevaisuudessa liikenteenohjauksesta vastaavat vain liikenteenohjaajat ja alueohjaajat, käydään seuraavaksi läpi myös alueohjaajien työtehtäviä tarkemmin. *Alueohjaajat* toimivat oman alueensa operatiivisena esimiehenä, avustavat tarvittaessa liikenteenohjaajia ohjauksessa ja vastaavat yhteyksistä muihin tahoihin. Alueohjaajien työtehtävät on Liikenteenohjauksen käsikirjassa (2008) määritelty seuraavasti:

- toimii liikenteenohjauksen toiminnallisena esimiehenä omalla alueellaan
- pitää yhteyttä Liikennekeskukseen, Infokeskukseen ja Kuljetushallintakeskukseen
- valvoo, että junien kulku tapahtuu aikataulun mukaisesti, turvallisesti ja liikenteen kokonaisuutta silmälläpitäen tarkoituksenmukaisesti
- huolehtii, että junayhteydet ja odotukset sujuvat siitä annettujen ohjeiden rajoissa
- määrittelee häiriötilanteissa junien ajojärjestyksen yhteistyössä Rataliikennekeskuksen kanssa ottaen huomioon ohjeet "Myöhässä kulkevien yhteysjunien odottaminen" ja "Tavarajunien prioriteettijärjestys"
- tekee esityksen Liikennekeskukselle liikenteeseen vaikuttavien ratatöiden suorittamisesta häiriötilanteiden yhteydessä
- määrittelee häiriötilanteissa lisämiehitystarpeen liikennepaikoilla
- toimii liikenteenohjauksen yhteyshenkilönä sähkö-, viesti-, ja turvalaitosten vikatilanteissa määriteltäessä vikojen korjaamisen kiireysjärjestystä. Tarvittaessa Rataliikennekeskus päättää järjestyksen
- sopii käyttökeskuksen kanssa suunniteltujen jännitekatkojen toteuttamisesta sekä mahdollisista rullausalueista
- valvoo, että JUSE:n tiedot ovat reaaliaikaisesti ajan tasalla ja ennakko-aikoja käytetään myöhästymistapauksissa (tiedot näkyvät JUTI / Internet)
- ryhtyy onnettomuus- ja vauriotapauksen tai muun liikennehäiriön sattuessa tarvittaviin toimenpiteisiin avun toimittamiseksi sekä liikenteen käyntiin saattamiseksi ja sen häiriöttömän kulun jatkamiseksi huomioiden Onnettomuustutkintakeskuksen tai muun tutkivan tahon asettamat vaatimukset
- tekee hälytykset ja ilmoitukset alueohjaajan tehtävälistan mukaisesti toteuttaa Liikennekeskuksen ja Kuljetushallintakeskuksen kanssa sovitut liikennejärjestelyt.

2.5.2 Liikenteenohjaajien käyttämät työvälineet

Liikenteenohjaajat käyttävät työssään useita työvälineitä (Kuva 9). Kuvan työpiste on Helsingin Linnunlaulun ohjauskeskuksesta. Ohjaajan vasemmalla puolella on rautatieliikenteen puhelinjärjestelmän RAILI:n pääte sekä digora – puhelin. Neljä vasemmanpuoleisinta monitoria on varattu HELKA – järjestelmän käyttöön, toinen monitori oikealla näyttää liikennetilanteen laajemmalta alueelta kuin HELKA ja oikeanpuoleisin monitori on JUSE:n käyttämistä varten. Lisäksi ohjaajan edessä on junapäiväkirja, johon tapahtumat kirjataan käsin. HELKA – järjestelmän tilannetta voi seurata monitoreiden lisäksi taustalla näkyvästä näyttötaulusta.



Kuva 9 Liikenteenohjaajan työpiste Linnunlaulun ohjauskeskuksessa.

Ohjausjärjestelmä

Suomessa ei ole käytössä yhtenäistä liikenteenohjausjärjestelmää, vaan käytettävät ohjausjärjestelmät vaihtelevat ohjausalueittain. Helsingin ohjausalueella on käytössä Helsingin kauko-ohjausjärjestelmä (HELKA), joka pyritään korvaamaan vuoden 2010 kuluessa Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmällä (ESKO). Tampereen alueella käytetään TAIKA-, Pohjois-Suomessa OLKA- ja Itä-Suomessa mm. THALES – järjestelmää. Ohjausjärjestelmien vaihtelu ohjattavan alueen mukaan johtuu siitä, että eri alueiden tekniikka on eri ikäistä ja tekniikkahankinnat on kilpailutettu. (Haastattelu 2010.)

Järjestelmien käytettävyys vaihtelee suuresti, sillä vanhoissa järjestelmissä voidaan joutua kääntämään turvattavan kulkutien jokaisen vaihteen asentoa erikseen ja antamaan kulkuluvat opastimilla kullekin radanosalle erikseen, kun taas automatisoiduissa järjestelmissä tietyn kulkutien voi turvata yhdellä napinpainalluksella. Myös järjestelmien käytettävyys vaihtelee suuresti. Joissain järjestelmissä kulkutietä ei aina pystytä ohjelman kankeuden vuoksi muodostamaan, vaan samat käskyt joudutaan syöttämään useaan kertaan, jotta järjestelmä rekisteröi ne ja toteuttaa halutut toimenpiteet. Myös saman asian esittämistapa saattaa vaihdella. Jos esimerkiksi kulkutietä ei ole asetettu, yhdessä järjestelmässä kaikki opastimet ovat vihreitä ja toisessa ne ovat perusasetuksena punaisena seis-asennossa. Myös fonttikoko on joissain ohjelmissa niin pieni, ettei esimerkiksi junanumeroista saa näytöltä selvää. Edellä

mainituista syistä johtuen liikenteenohjaajien työn rasittavuus riippuu merkittävästi käytettävästä ohjausjärjestelmästä. (Liikenteenohjaukseen tutustuminen 2010 ja Haavisto ym. 2010.)

Ohjausjärjestelmiä uudistettaessa kasvatetaan järjestelmien automaatiotasoa, jolloin liikenteenohjaajan työ muuttuu entistä enemmän liikennetilanteen seuraamiseksi ja häiriötilanteissa toimimiseksi. Esimerkiksi ESKO:n on tarkoitus nostaa järjestelmän automaatioastetta (mm. tavarajunien junanumeroiden siirtyminen sekä junien kulkutiet ja reitittyminen aikataulujen mukaan) sekä korvata ja tarjota uusi käyttöliittymä vanhoihin toisiinsa linkittyneisiin ohjaus-, kontrolli-, turvallisuus-, tiedonvälitys- ja päätöksentekijärjestelmiin, kuten HELKA, JUSE ja ETJ. (Ala-Laurinaho ym. 2009b.)

RAILI –puhelinjärjestelmä

RAILI, eli rautateiden integroitu liikenneviestintäjärjestelmä, on Liikenneviraston GSM-R-verkko, johon on lisätty rautateille tarpeellisia ominaisuuksia, kuten paikan mukaan tapahtuva puhelunohjaus, kirjautuminen eri rooleihin (tehtäviin) sekä ryhmä- ja hätäpuheluominaisuudet. RAILI toimii liikenteenohjaajien, kuljettajien ja konduktöörin sekä lisäksi myös vaihtotyönjohtajien ja ratatyöstä vastaavien välisenä yhteytenä. Liikenteenohjaajan Digora –puhelimessa näkyy esimerkiksi, mitkä junat (kuljettajat) ovat kirjautuneet hänen ohjaamalleen alueelle. Koskettamalla puhelimen näytössä olevaa numeroa, yhdistyy puhelu kuljettajalle. RAILI-verkon viestintä tallennetaan viranomaisten valvontaa ja tutkintaa varten. (Immonen & Ojala 2008.)

JUSE

Junien kulun seurantajärjestelmän (JUSE) avulla voidaan seurata junien myöhästymisiä ja häiriöitä. JUSEen kirjataan kaukoliikenteessä yli 5 minuutin ja lähiliikenteessä yli 3 minuutin myöhästymiset. JUSE – järjestelmään kuuluu luettelopohjainen näyttö, josta voi seurata liikennetilannetta rataverkolla. Liikenteenohjaajan vastuulla on valvoa, että JUSEn tiedot ovat ajan tasalla. (Granberg 2005.)

Juna- ja lupapäiväkirja

Junapäiväkirja on liikenteenohjauksen laatima dokumentti ohjaamansa alueen junaliikenteestä. Lupapäiväkirja on liikenteenohjauksen laatima dokumentti ohjaamansa alueen liikenteen keskeyttämisistä ja annetuista luvista vaihtotyöhön. Junapäiväkirjaan merkitään mm. päiväys, mistä ja mihin juna on menossa, junanumero sekä lähtöluvan antamisen, lähdön ja saapumisen kellonajat. Tarvittaessa voidaan laatia graafinen junapäiväkirja, joka tehdään graafisen aikataulun muodossa. Lupapäiväkirjaan merkitään vastaavasti ratatyön yksilöivä tunnus, alkamis- ja päättymisaika jne. (RHK 2008.)

MIKU

Matkustajainformaatio- ja kuulutusjärjestelmä (MIKU) korvaa kaikki nykyisin käytössä olevat matkustajainformaatiojärjestelmät (MAKE, HELMI, JILMO ja SAD) ja tulee helpottamaan merkittävästi käyttäjiensä työtehtävien hoitoa. Järjestelmä kattaa aikataulunäytöt sekä kuulutusjärjestelmät. MIKU toimii pääosin automaattisesti, mutta sen avulla voidaan poikkeustilanteissa välittää samanaikaisesti usealle asemalle kuulutus myöhästymisistä. (Bäckstöm ym. 2007.) MIKU on vuoden 2010 alussa käytössä useimmilla henkilöliikenneasemilla. Etelä-Suomessa matkustajainformaatiosta vastaa Infokeskus, mutta muualla Suomessa matkustajainformaatio kuuluu liikenteenohjaajan tehtäviin.

Muita työkaluja

Ennakkoilmoitusjärjestelmään (ETJ – järjestelmään) kirjataan sellaiset tulevat toimenpiteet radalla, jotka aiheuttavat ennakkoilmoitustarpeen. Esimerkiksi ratatyöstä urakoitsijan on laadittava liikenteensuunnittelijan kanssa ennakkosuunnitelma, jonka pohjalta järjestelmään merkitään ennakkoilmoitus. Vuoron vaihtuessa liikenteenohjaaja käy läpi mahdolliset ETJ-järjestelmän ilmoitukset sekä muut huomautukset ja muutokset liikenteeseen liittyen osataakseen valmistautua tuleviin normaalista poikkeaviin tilanteisiin. (Laurinaho ym. 2009a.)

Yli 160 km/h kulkevien junien pyörien laakereiden lämpötilaa valvotaan *kuumakäynti-ilmaisinjärjestelmällä*. Kun järjestelmä havaitsee viallisen mittauspisteen, antaa se ilmoituksen liikenteenohjaajalle. Tällöin ohjaajan on rajoitettava kyseisellä alueella junien enimmäisnopeudeksi 160 km/h sekä annettava ilmoitus junien kuljettajalle. (RHK 2009.)

Caravan – järjestelmästä ohjaajat voivat tarkastaa teknistä tietoa juniin liittyen. Ohjaaja voi esimerkiksi tarkastaa tavarajunan pituuden ja painon suunnitellessaan ohituspaikkaa. Näin ohjaaja voi varmistaa, että tavarajuna mahtuu ohituspaikalle, tai että painavaa tavarajunaa ei pysäytetä ylämäkeen, josta se ei pääse liikkeelle (Liikenteenohjaukseen tutustuminen 2010.)

3 TYÖN KUORMITTAVUUS JA SEN MITTAAMINEN

3.1 Ergonomia

Kuormittavuuden mittaaminen liittyy ergonomiseen tutkimukseen, koska mittausten perusteella pyritään vaikuttamaan mm. työtehtäviin ja työpaikan järjestelyihin. Tästä johtuen on luonnollista aloittaa työn kuormittavuuden tarkastelu ergonomiasta ennen kuin sitä tarkennetaan työn kuormittavuuden mittaamisen teoriaan ja edelleen liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden mittaamista käsitteleviin tutkimuksiin.

Yleisen määritelmän mukaan ergonomia on tutkimusta, joka käsittelee ihmisen ja työympäristön (koneet, työkalut, tehtävät jne.) vuorovaikutusta ja pyrkii parantamaan tehokkuutta, turvallisuutta ja hyvinvointia (esim. Clark & Corlett 1995 ja Bridger 2009). Toinen tutkimuksissa usein esiintyvä termi on ”human factors”. Termiä ”human factors” käytetään etenkin yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa ja se keskittyy enemmän kognitiiviseen toimintaan, kun taas ”ergonomics” käsittää myös työn fyysisen puolen. (Dempsey ym. 2006 ja Bridger 2009.)

Ergonomiaan vaikuttavia tekijöitä voidaan tutkia useasta eri näkökulmasta. Lähestymistapoja käytetään eri tarpeisiin riippuen tutkittavasta asiasta tai ilmiöstä sekä tutkimuksen tavoitteista. Ergonomia voi tutkia esimerkiksi seuraavia tekijöitä: kehon asennot ja liike (istuminen, seisominen, nostaminen jne.), työympäristö (melu, valaistus jne.), työvälineet (miten soveltuu tehtäviin), toimenpiteet (kesto, määrä jne.), informaatio (miten esitetään, miten siihen pääsee käsiksi jne.), organisaatioon liittyvät tekijät (sopivat ja mielenkiintoiset työtehtävät, järjestelmän tehostaminen jne.). (Dul ja Weerdmeester 1993.) Tutkimuksen kohteiden suuresta määrästä johtuen ergonomia on varsin monitieteinen tutkimusala, ja tutkimuksissa voidaan joutua ottamaan huomioon mm. psykologisia, fysiologisia, kinesteettisiä, antropometrisiä ja teolliseen muotoiluun liittyviä seikkoja sekä kone- ja tuotantotekniikkaa.

Käsitteen laaja-alaisuuden vuoksi IEA (International Ergonomics Association) jakaa ergonomian kolmeen ryhmään tutkimuksen kohteiden perusteella. *Fyysinen ergonomia* käsittelee työn fyysisten toimintojen vaikutuksia ihmisen anatomiaan, antropometriaan, fysiologisiin ja biomekaanisiin ominaispiirteisiin. Tutkimukset voivat liittyä esimerkiksi työasentoihin, toistuviin liikkeisiin, työpisteiden asetteluun sekä turvallisuuteen ja terveyteen liittyviin seikkoihin. *Kognitiivinen ergonomia* on ala, joka tutkii älyllisiä prosesseja, kuten havainnointikykyä, kognitiota ja muistivarastoja sekä niiden vaikutusta ihmisen ja muiden järjestelmän osien vuorovaikutukseen. Aiheeseen liittyviä tutkimuskohteita ovat kognitiivinen kuormittavuus (mental workload), päätöksenteko, suorituskyky, ”ihminen-kone” – vuorovaikutus, ihmisen toimintavarmuus, työstressi ja koulutus. *Organisatorinen ergonomia* käsittelee sosioteknisten järjestelmien, kuten organisaatiorakenteiden, käytäntöjen ja prosessien optimointia. Alan tutkimusta tehdään mm. vuorotyöstä, aikatauluttamisesta, työtyytyväisyydestä, työmotivaatiosta, etätyöstä ja ryhmätyöskentelystä. (IEA 2000.)

Monialaisuuden vuoksi ei ole yllättävää, että ergonomisia tutkimuksia varten on kehitetty lukuisia tutkimusmenetelmiä. Käytettyjä menetelmiä ovat mm. haastattelut, työpaja – työskentely, kyselyt, työn video-/valokuvaaminen, työtehtävien lukumäärän laskeminen, simulaatiot ja mallintamiset. Joillekin tutkijoille korvaamaton menetelmä voi olla toisessa yhteydessä vaikeakäyttöinen ja antaa vaihtelevia tuloksia. Lisäksi menetelmien yksilölliset ominaisuudet, kuten validiteetti, reliabiliteetti ja herkkyys ovat menetelmäkohtaisia. Tutkimuksissa käytetäänkin usein montaa eri menetelmää, jolloin saadaan luotettavampia tuloksia, kun tarkasteltavasta asiasta tai ilmiöstä on saatu arvio usealla menetelmällä. (Wilson 1991.)

Tässä tutkimuksessa käsitellään liikenteenohjaajan työn kuormittavuutta ja työn tavoitteena on kehittää kuormittavuusmittaristo, jonka avulla mitataan työn kognitiivista kuormittavuutta. Täten voidaan sanoa, että tutkimus kuuluu kognitiivisen ergonomian alueeseen. Toisaalta kuormittavuusmittariston tulosten pohjalta pyritään tehostamaan liikenteenohjausta mm. yhdistelemällä ohjauspisteiden tehtäviä. Näin ollen tutkimukseen liittyy myös fyysisen ja organisatorisen ergonomioiden piirteitä.

3.2 Työn muutosten vaikutus työntekijään

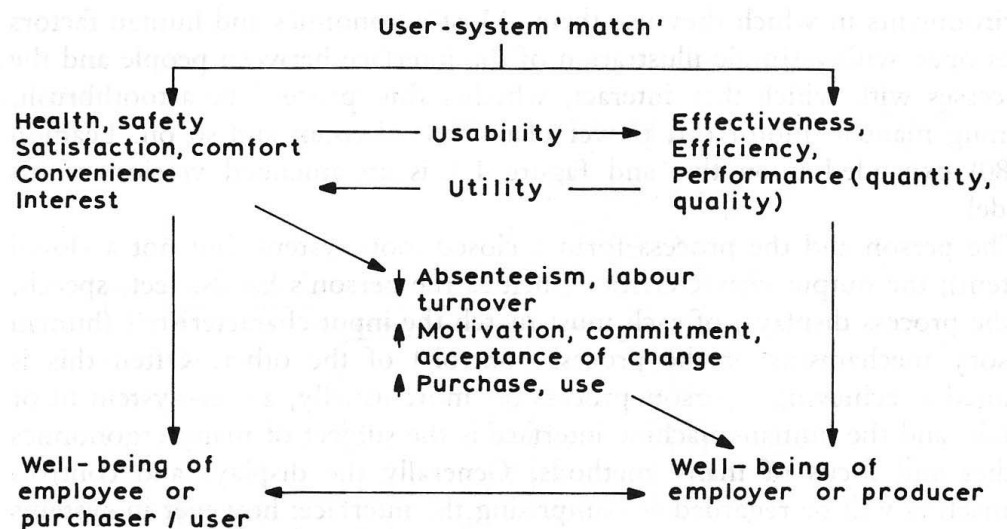
Muuttuvassa markkina- ja taloustilanteessa yritykset joutuvat pohtimaan henkilöstön määrää, organisaation rakennetta, työnjakoa sekä työntekijöiden tehtäviä ja vastuualueita sopeutuakseen uuteen tilanteeseen. Töitä organisoidaan uudelleen myös ennakoivasti osana yrityksen kehittämistoimintaa, jonka tavoitteena on organisaation parempi toimivuus, joustavuus, työmotivaatio ja henkilöstön hyvinvointi. (Seppälä 1994.) Tällaisissa muutostilanteissa saattaa työyhteisöjen – työntekijöiden, työnantajien, suunnittelijoiden, esimiesten tai henkilöstöhallinnon – käsitys kohtuullisesta ja työhyvinvointia sekä synnyttävästä että turvaavasta kuormituksesta hämärtyä. Siksi tarvitaan kuormituksen arviointimenetelmiä. (Työministeriö 2003.)

Tehostamistoimia on käynnissä myös rautateiden liikenteenohjauksessa, sillä kustannuksia pyritään karsimaan mm. keskittämällä ja hankkimalla uutta tekniikkaa. Muutosten vuoksi Liikenneviraston tavoitteena on kehittää liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden arvioimiseen yhtenäinen mittaristo koko Suomeen, jota voidaan käyttää uusien järjestelyjen suunnittelussa apuna.

Mittaristoa kehitettäessä ja käytettäessä tulee ottaa huomioon kuormittavuusmittariston perusteella tehtävien muutosten vaikutukset liikenteenohjaajiin. Lindströmin (1994) ja Wilsonin (1991) mukaan ergonomian tavoitteena tulisi olla työn tehokkuuden ja laadun lisäksi myös työntekijöiden hyvinvointi ja terveys, sillä henkilöstön valmius ja motivaatio ovat keskeisessä asemassa työn tuloksen kannalta (Kuva 10). Myös Bridger (2009) toteaa, että työntekijä on osa ”ihminen-kone” järjestelmää ja siksi hänen tarpeensa tulee ottaa huomioon työjärjestelyjen suunnitteluvaiheessa. Hänen mielestään on järkevämpää, että inhimilliset vaatimukset asettavat järjestelmän vaatimukset, eikä toisinpäin. Ihminen-kone” –järjestelmän

(kuten liikenteenohjaaja-ohjausjärjestelmät) toimintaa voidaan kehittää esimerkiksi parantamalla koneen käyttöliittymää ja puuttamalla työympäristön, työtehtävien ja työorganisaation tekijöihin, jotka heikentävät työn tulosta. Ergonomisen suunnittelun avulla järjestelmästä voidaan eliminoida tekijöitä, jotka ovat ei-toivottuja tai kontrolloimattomia:

- tehottomuus: työntekijän työpanos ei tuota optimaalista tulosta
- uupumus: huonosti suunnitelluissa töissä työntekijät väsyvät tarpeettomasti
- onnettomuudet ja virheet: huonosti suunniteltujen ”ihminen-kone” -järjestelmien käyttöliittymien tai stressin takia
- käyttäjän vaikeudet: sopimaton työtehtävien yhdistelmä vaikeuttaa vuorovaikutusta
- heikko työmoraali ja apatia. (Bridger 2009.)



Kuva 10 Työntekijän ja työorganisaation väliset vaikutussuhteet (Wilson 1991).

Järjestelmän tavoitteet Bridger (2009) asettaa seuraavasti:

- helposti käytettävät laitteet
- odotuksia, rajoituksia ja koulutusta vastaavat työtehtävät
- työympäristö, joka on sopiva työtehtävien hoitamiseen
- järjestelmä ottaa huomioon työntekijöiden tarpeet.

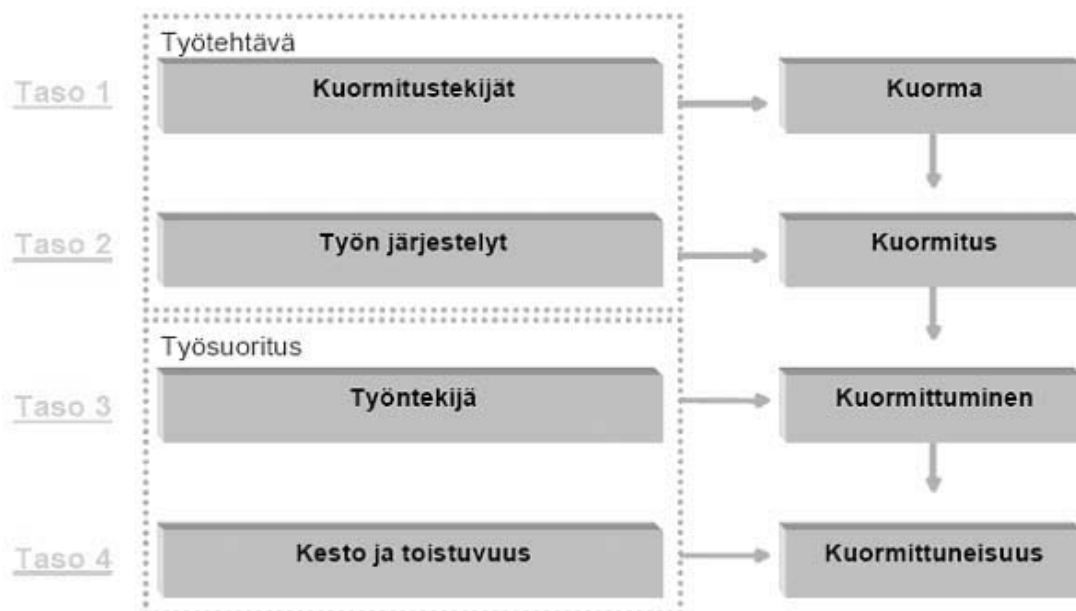
Tämän työn kannalta edelliset vaatimukset tarkoittavat, että liikenteenohjauksen kuormittavuusmittauksien perusteella tehtävät uudet työpiste- ja työvuorojärjestelyt eivät saa tehdä työstä liian kuormittavaa tai vaativaa, vaan on pyrittävä löytämään optimaalinen kuormitustaso sekä työn tehokkuuden että työntekijöiden kannalta. Yhdistettävien työtehtävien tulee muodostaa kokonaisuus, jossa kaikki tehtävät ehditään hoitamaan. Lisäksi työpisteiden järjestelyiden tulee tukea muuttuvien liikenne- ja häiriötilanteiden aiheuttamaa kuormituksen vaihtelua. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että työpöydälle, jota hoitaa normaalisti yksi ohjaaja, on mahdollista kutsua tarvittaessa varamiehitystä. Tämä helpottaa työtehtävien aiheuttamaa kuormitusta ja työskentely sujuu luontevasti.

3.3 Työn kuormittavuus ja sen mittaaminen

3.3.1 Työn kuormittavuuden määritelmät

Yleisen määritelmän mukaan työn kuormittavuus aiheutuu työntekijän sekä työympäristön ja työtehtävien välisen vuorovaikutuksen seurauksena. Sillanpää ja Saarinen (2004) toteavat, että työntekijä on työtä tehdessään vuorovaikutuksessa työympäristön lisäksi työtehtävän ja siihen liittyvien koneiden ja laitteiden kanssa, minkä seurauksena syntyy työn kuormittavuus. Hartin ja Stavelandin (1988) määritelmän mukaan työn kuormittavuus liittyy työtehtävien asettamien vaatimusten, työympäristön sekä työntekijän taitojen, käyttäytymisen ja havainnoinnin vuorovaikutukseen.

Kuormittumiseen vaikuttavat tekijät on tutkimuksissa yleensä jaoteltu työtehtävistä aiheutuviin ja henkilökohtaisiin tekijöihin. Sillanpää ja Saarinen (2004) ovat laatineet työn kuormittavuuteen vaikuttavista tekijöistä tasomallin (Kuva 11). Mallin mukaan kuormittumiseen vaikuttavat työtehtävistä johtuvat kuormitustekijät, työjärjestelyt ja työntekijän yksilölliset ominaisuudet. Työtehtävien aiheuttaman kuormituksen muodostavat mm. työympäristö ja käytettävän tekniikan taso. Työn järjestelyt (mm. työkierto ja työvuorojen pituus) vaikuttavat siten, että sama perustehtävä kuormittaa eri tavoin. Henkilökohtaiset tekijät (mm. koulutus, ikä ja ammatillinen osaaminen) puolestaan säätelevät työntekijän kuormittumista. Samat tehtävät aiheuttavat eri henkilöille erilaista kuormittumista. Neljännellä tasolla kuormittuminen johtaa työtehtävän keston ja toistuvuuden perusteella kuormittuneisuuteen.



Kuva 11 Työn kuormittavuuden tasomalli (Sillanpää & Saarinen 2004).

Työkuormituksen voimakkuus ja kesto vaikuttavat merkittävästi työntekijän kuormittuneisuuteen. Sillä, onko kuormitus ohimenevää vai kasaantuvaa, on merkitystä. (Lindström 2003.) Pitkään jatkuvasta tai toistuvasta ali- tai ylikuormituksesta syntyy

terveydellisiä haittoja työntekijöille. Työministeriö (2003) kuvaa ylikuormittunutta tilaa konkreettisesti yksilön kannalta:

”Yksilö kokee olevansa ylikuormittuneessa tilanteessa, kun työt ruuhkautuvat tai mikään ei tunnu tulevan valmiiksi, ja kun hän unohtaa asioita selvästi aiempaa useammin. Myös esimerkiksi päänsärky, verenpaineen kohoaminen tai ärtyisyys voi olla merkki kuormitustilasta. Vakavaksi tilanne on tullut silloin, kun mikään työhön kuuluva asia ei tunnu enää todella tärkeältä tai kiinnostavalta.”

Koska työntekijän hyvinvoinnilla on suora vaikutus suorituskyykyyn, on myös työnantajan edun mukaista, että työn kuormittavuudelle löydetään kohtuullinen taso. Liian suuri kuormitus synnyttää virheitä, sillä työntekijä ei kykene suoriutumaan työtehtävistään kiireen tai työmuistikapasiteetin täyttymisen myötä. Toisaalta liian vähäinen kuormitus saattaa myös aiheuttaa virheitä tarkkaavaisuuden heikkenemisen ja tylsistymisen johdosta. (Huey & Wickens 1993).

3.3.2 Kuormittavuuden arvioiminen

Jotta kuormittavuuden tasoa pystytään arvioimaan ja mittaamaan, on työn kuormittavuudelle luotu myös useita tarkempia määritelmiä. Huey ja Wickens (1993) sekä Farmer ja Brownson (2003) mainitsevat samat kolme määritelmää.

Työtehtävien asettamien vaatimusten voidaan ajatella olevan verrannollisia työn aiheuttamaan kuormittavuuteen. Kun tehtävien vaikeusaste, määrä, tahti tai monimutkaisuus kasvaa, oletetaan, että myös työn kuormittavuus kasvaa (Huey & Wickens 1993). Farmer ja Brownson tosin muistuttavat, että työntekijän henkilökohtaisia ominaisuuksia ei voida unohtaa tarkastelussa. Esimerkiksi aloittelija ja kokenut työntekijä kokevat saman työtehtävän aiheuttaman kuormituksen tason luonnollisesti erisuuruksena.

Toinen tapa on nähdä kuormitus verrannollisena *työntekijän suorituskyykyyn*. Tässä tapauksessa kuormittavuutta mitataan tehtyjen virheiden perusteella. Työkuormituksen ajatellaan kasvavan, kun työntekijän tekemät virheet lisääntyvät ja työn laatu heikkenee. Suorituskyyky ei kuitenkaan voi toimia yksin työn kuormittavuuden mittarina. Työntekijä voi esimerkiksi lisätä työpanosta (effort) saavuttaakseen vaaditun suoritustason. Tällöin työntekijälle jää pienempi osa työpanoksesta ”varastoon” (spare capacity), jolloin kyyky reagoida poikkeuksellisiin tilanteisiin heikkenee. (esim. Huey & Wickens 1993 sekä Farmer & Brownson 2003.)

Työn kuormittavuus voidaan mieltää myös työtehtävien suorittamiseen kuluvan fyysisen ja kognitiivisen *työn määränä*. Tämä määritelmä käsittelee ennemminkin työntekijän toimenpiteitä kuin suoranaisesti tehtävien asettamia vaatimuksia. Työpanoksen määrää voidaan mitata esimerkiksi toimenpiteiden määrällä tai niihin kuluvalle ajalle. Tämäkään määritelmä ei ole ongelmaton, sillä työtehtävien määrän kasvu ei välttämättä korreloi työn

kokonaiskuormittavuuden kanssa. Vaikka suoritettujen fyysisten toimenpiteiden määrä laskee, saattaa kognitiivinen kuormitus pysyä samalla tasolla tai nousta, mikä voi johtaa virheelliseen tulkintaan työn kuormittavuuden tasosta. (esim. Huey & Wickens 1993 sekä Farmer & Brownson 2003.)

Tutkimuksissa mainitaan näiden objektiivisten määritelmien lisäksi myös *subjektiivinen määritelmä*, jossa työntekijä itse määrittelee kokemansa työn kuormittavuuden tason. Subjektiiivista kuormittavuusarviointia tehtäessä on muistettava, että arvio on henkilökohtainen kokemus työn kuormittavuudesta, johon vaikuttavat työtehtävien lisäksi myös henkilökohtaiset ominaisuudet (esim. Farmer & Brownson 2003.) Lisäksi työn koettu kuormittavuus voi kasvaa, vaikka työtehtävistä aiheutuva kuormitus pysyy muuttumattomana (Huey & Wickens 1993.)

Kuormittavuuden arviointiin kehitetyistä menetelmistä omaan käyttöön sopivaa valittaessa on olennaista ymmärtää, ettei yhtä absoluuttista totuutta tietyn työn kuormittavuuden tasosta ei olemassa. Ihmiset arvioivat omaa kuormittuneisuuttaan omien kokemusten ja tuntemusten avulla (Työministeriö 2003). Ei ole olemassa yhtä toimivaa mittaria työkuorman määrittämiseen, vaan moniulotteisen käsitteen mittaamiseen tarvitaan useita mittareita. Vaikka yksittäisillä mittareilla saattaa pystyä mittaamaan tiettyä kuormittavuuden tekijää, ei niitä voida käyttää yleisesti erilaisten kuormitusten mittaamiseen. (Wilson & O'Donnell 1998 ja Farmer & Brownson 2003.)

3.4 Työn kognitiivinen kuormittavuus

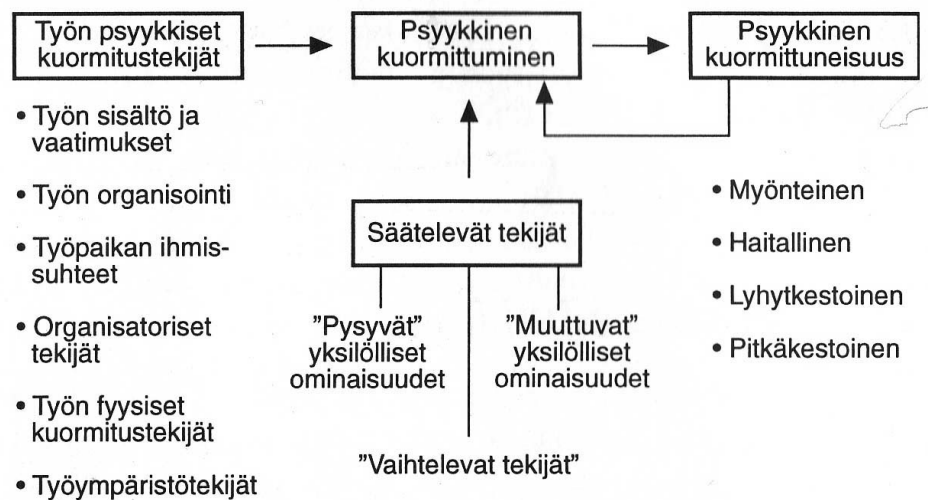
3.4.1 Kognitiivisen kuormittavuuden mallit

Työn kuormittavuutta voidaan tarkastella sekä fyysisenä että psyykkisenä ilmiönä. Työn fyysistä kuormitusta tutkittaessa kiinnostuksen kohteena ovat mm. työasennot, työliikkeet, voimankäyttö ja ympäristöstä riippuvat tekijät, kuten esimerkiksi lämpötila tai melu. Tässä työssä kehitettävän mittariston kannalta on oleellisempaa keskittyä kuormittavuuden psyykkiseen puoleen, sillä liikenteenohjaajien työ on pääosin kognitiivista. Fyysisillä toiminnoilla vain toteutetaan päänsisäisen toiminnan tulokset.

Kognitiivinen kuormitus (mental workload) määritellään yleensä työtehtävien asettamien psyykkisten vaatimusten ja työntekijän yksilöllisten ominaisuuksien vuorovaikutuksena (esim. Bridges 2009 ja Wilson & Eggemeier 2006). Kognitiivinen kuormittavuus (tai psyykkinen tai henkinen kuormittavuus) kuvaa pelkkää työn kuormittavuutta paremmin liikenteenohjaajan työstä aiheutuvaa kuormitusta. Kognitiivinen kuormitus keskittyy toimintoihin, jotka ovat pääosin kognitiivisia ja saattavat sisältää fyysisiä toimenpiteitä, mutta rajaa tarkastelun ulkopuolelle toiminnot, jotka aiheuttavat pelkästään fyysistä kuormitusta (Krüger, 2008). Kognitiivista kuormittavuutta koskevilla tutkimuksilla pyritään vastaamaan kysymyksiin, kuten ”Kuinka monta tehtävää työntekijä hallitsee vaarantamatta turvallisuutta?”, ”Kuinka kovasti työntekijän täytyy ponnistella, jotta hän saavuttaa riittävän suoritustason?”

ja ”Vaikuttaako uuden teknologian käyttöönotto työntekijöille aiheutuvaan kuormitukseen?”. (de Waard 1996.)

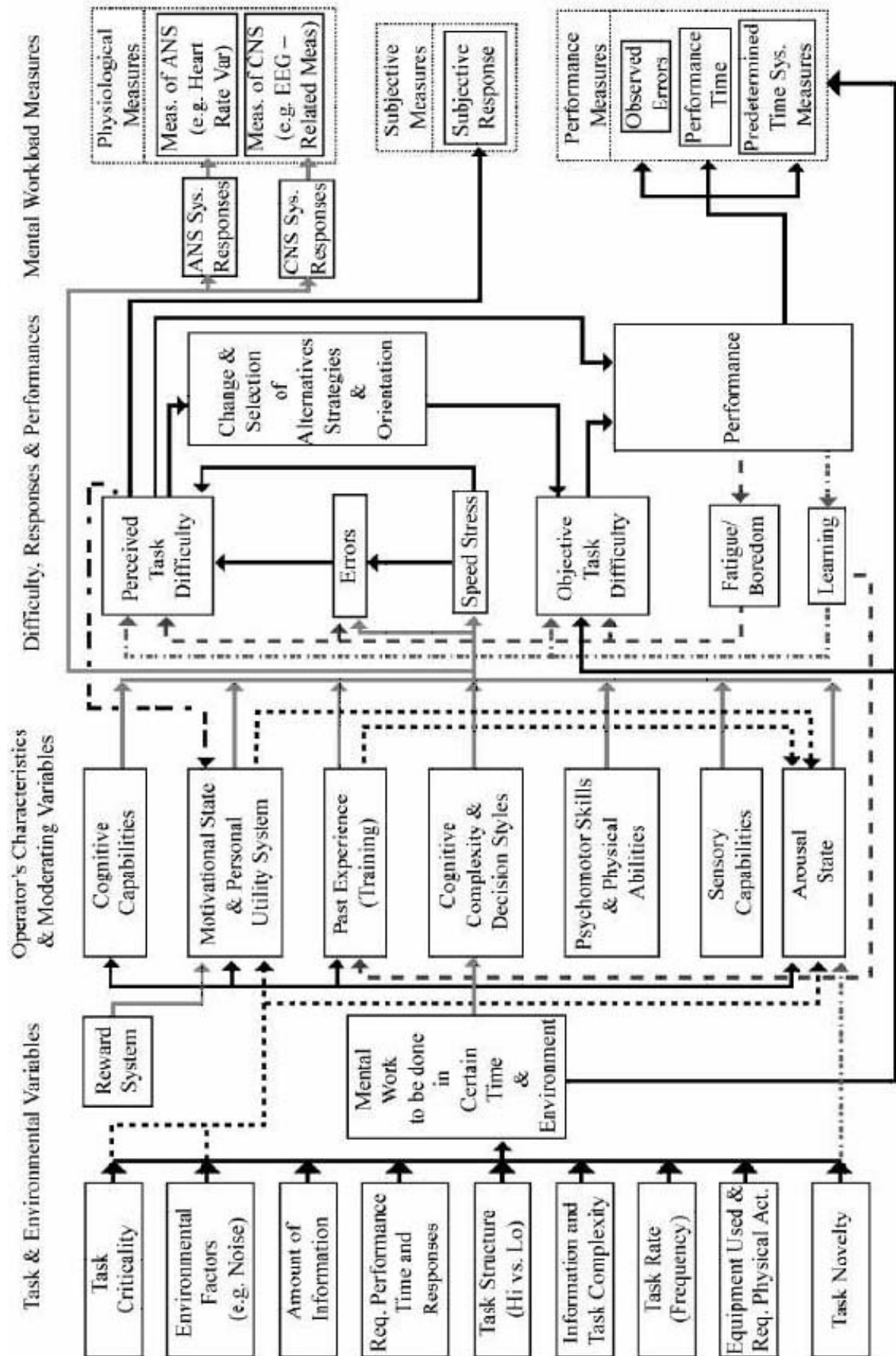
Kognitiivisen kuormittumisen syntymistä on havainnollistettu useilla erilaisilla teoreettisilla malleilla. Järvenpää ja Teikari (1997) ovat kehittäneet yksinkertaisen mallin työn kognitiivisesta kuormittavuudesta (Kuva 12). Mallissa työn psyykkiset kuormitustekijät ovat työssä ja työympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat ihmiseen ja johtavat kognitiiviseen kuormitukseen. Säätelevät tekijät säätelevät kuormittuneisuuden voimakkuutta. Mallissa on lueteltu erilaisia kuormitustekijöitä, joita esiintyy useimmissa työnkuissa. Kuormitustekijät painottuvat eri tavoin eri töissä. Kognitiivinen kuormittuneisuus jaetaan mallissa lyhyt- ja pitkäkestoiseen sekä hyvinvoinnin kannalta myönteiseen ja haitalliseen kuormitukseen.



Kuva 12 Yksinkertainen malli työn kognitiivisesta kuormittavuudesta (Järvenpää & Teikari 1997).

Tärkeä havainto mallissa on se, että työn kuormittavuus on jaettu työtehtävistä ja työympäristöstä aiheutuvaan kuormitukseen sekä kuormitusta sääteleviin tekijöihin. Peruskuorma koostuu työn sisällöstä ja sen tasossa ei esiinny suuria muutoksia, jos työtehtäviin tai työympäristöön ei tehdä muutoksia. Vaihtelua työn kuormittavuuteen aiheuttavat säätelevät tekijät, jotka aiheuttavat kuormittavuuden tasossa ennakoimattomia muutoksia. Kuormittavuuden mittaamisen kannalta säätelevien tekijöiden huomioonottaminen aiheuttaa vaikeuksia.

Kognitiivista kuormittavuutta on pyritty mallintamaan teoreettisesti myös tarkemmin. Meshkati (1988) on mallissaan kuvannut työtehtävistä ja -ympäristöstä aiheutuvia tekijöitä, työntekijöiden henkilökohtaisia ja muuttuvia tekijöitä sekä näiden vaikutusta mm. suorituskyykyyn ja työn vaikeuteen (Kuva 13). Lisäksi siinä esitetään kolme pääasiallista tapaa mitata kuormittavuutta. Malli osoittaa miten monimutkaisista vaikutussuhteista kognitiivinen kuormittavuus sisältää, ja miksi kognitiivista kuormittavuutta on vaikea mitata, jos mittauksessa pyritään ottamaan huomioon kaikki mahdolliset kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät.

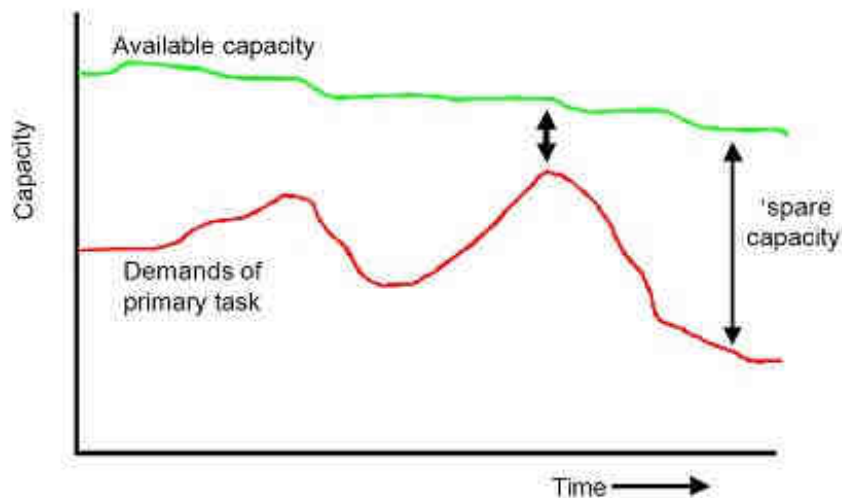


Kuva 13 Malli työn kognitiivisesta kuormittavuudesta (Meshkati 1988).

3.4.2 Kognitiivisen kuormituksen mittausmenetelmät

Työn kognitiivista kuormittavuutta pyritään mittaamaan yleensä kolmesta eri näkökulmasta. Meshkatin ym. (1991) sekä Farmerin ja Brownsonin (2003) mukaan nämä ovat suorituskyykyyn, omakohtaiseen (subjektiiviseen) arviointiin ja fysiologisiin mittauksiin perustuvat menetelmät. Stanton ym. (2005) toteavat, että kuormittavuutta arvioidaan usein eri menetelmien yhdistelmillä. Esimerkiksi kuormittavuutta suorituskyyvyn perusteella mittaavien menetelmien rinnalla käytetään usein subjektiivista arviointia. Seuraavissa kappaleissa esitellään lyhyesti näitä menetelmiä.

Suorituskyyvyn mittaamiseen perustuvat menetelmät voidaan jakaa ensisijaisten tehtävien (primary task measures) ja toissijaisten tehtävien (secondary task measures) mittaamiseen perustuviin menetelmiin. Ensisijaiset tehtävät – menetelmillä tutkitaan työn alla olevia ensisijaisia tehtäviä, kun taas toissijaiset tehtävät –menetelmät tutkivat ”varastossa” olevaa suorituskyykyä (spare capacity), joka jää toissijaisten tehtävien suorittamiseen. Kuvasta 14 nähdään, että mitä suurempi osa suorituskyyvystä käytetään ensisijaisten tehtävien hoitoon, sitä vähemmän jää kokonaistyöpanoksesta säästöön ja toimintakyyky poikkeustilanteissa heikkenee. (esim. Stanton ym. 2005 ja Farmer & Brownson 2003.)



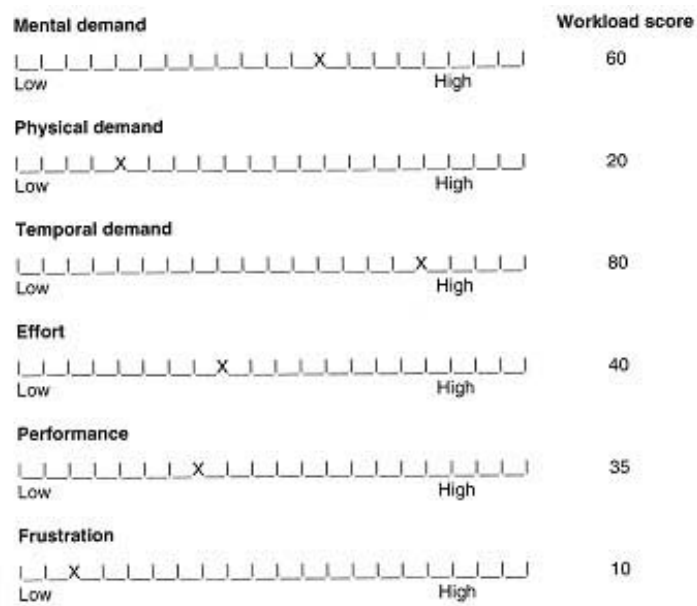
Kuva 14 Suorituskyyvyn kapasiteetin vaihtelu ja varastossa oleva kapasiteetti (Farmer & Brownson 2003).

”Ensisijaiset tehtävät” – menetelmät tutkivat työntekijän suorituskyykyä tämän suorittaessa tutkittavia työtehtäviä. Oletuksena on, että suorituskyyky heikkenee kuormittavuuden kasvaessa. (Stanton ym. 2005.) Meshkati ym. (1991) tunnistavat kaksi pääasiallista lähestymistapaa ensisijaiset tehtävät – menetelmissä. Analyttisesti työtehtävien kuormittavuutta voidaan arvioida tarkastelemalla yksityiskohtaisesti työtehtävien suorittamista, jolloin tutkitaan saavutetun työtuloksen lisäksi myös tapaa, jolla siihen päädyttiin. Tarkastelun kohteena voi olla esimerkiksi tehdyt virheet tai tehtävään kulunut aika. Toinen tapa on analysoida kuormittavuutta synteettisin menetelmin (synthetic methods). Näissä menetelmissä pilkotaan työtehtävät yleensä ensin osiin tai vaiheisiin, minkä jälkeen

näiden työnosien työntekijälle aiheuttamat vaatimukset tunnistetaan tehtävien analysoinnin avulla. Analyysin perusteella jokaiselle tehtäväryhmälle tai työvaiheelle annetaan painotuskerroin, joka kuvaa kyseisen työnosan kuormittavuutta. Mittausten perusteella saadut toimenpidemäärät kerrotaan painokertoimilla ja lasketaan yhteen, jolloin lopputuloksena saadaan työn kuormittavuutta kuvaava arvo. Farmerin ja Brownsonin (2003) mukaan primary task – menetelmien pääasiallisena ongelmana on, etteivät ne välttämättä ole herkkiä työn kuormittavuuden muutoksille. Esimerkiksi kognitiivisen kuormittavuuden kasvu ei välttämättä näy tuloksissa, koska kuormittavissa tilanteissa työntekijät yrittävät enemmän ja vähäisen kuormituksen aikana työ edellyttää vähemmän ponnisteluja (Haavisto & Oksama 2007.)

”Toissijaiset tehtävät” – menetelmissä arvioidaan työntekijän kykyä suorittaa toissijaisia tehtäviä (kuten muistitehtäviä tai rytmistä taputusta) yhtä aikaa pääasiallisten tehtävien kanssa. Oletuksina näissä menetelmissä on, että ensisijaisten tehtävien aiheuttaman kuormituksen kasvaessa toissijaisten tehtävien suorittaminen kärsii. Nämä menetelmät ovat yleensä hankalia ja kalliita toteuttaa. Ne saattavat lisäksi häiritä pääasiallisia tehtäviä. (Stanton ym. 2005 ja Meshkati ym. 1991.)

Subjektiiiset menetelmät ovat helpoin tapa mitata työn kuormittavuutta. Työntekijät arvioivat itse työn kuormittavuutta kuormittavuusasteikoilla (Kuva 15). Arvioinnin voi tehdä myös kyselyillä ja haastatteluilla. Subjektiiiseen arviointiin perustuvia menetelmiä ovat olleet esimerkiksi urauurtavat Cooper-Harper scale (Cooper & Harper 1969), NASA TLX (Moray 1979) sekä SWAT, Subjective Workload Assessment Technique (Reid & Nygren 1988). (Meshkati ym. 1991) Subjektiiivisten menetelmien hyvänä puolenä nähdään se, että niiden avulla voidaan arvioida henkilökohtaista kuormittavuutta helposti ja edullisesti tavalla, jonka työntekijät hyväksyvät. Toisaalta työntekijöillä on vaikeuksia vertailla laadullisesti erilaisten työtehtävien aiheuttamaa kuormitusta ja työtehtävien. (Farmer & Brownson 2003.)



Kuva 15 Nasa TLX esimerkkinä subjektiiivisesta kuormittavuusarvioinnista (Bridges 2009).

Fysiologiset menetelmät perustuvat oletukseen, että kuormitus aiheuttaa muutoksia työntekijän kehontoiminnoissa. Näitä muutoksia mitataan esimerkiksi mittaamalla työntekijän sykettä tai kortisolipitoisuutta (stressihormonipitoisuutta). Nämä kokeet ovat yleensä kalliita ja vaivalloisia toteuttaa, eikä työn kuormittavuuden muutoksilla ole välttämättä vaikutusta kehon käyttäytymiseen (Farmer & Brownson 2003 ja Meshkati ym. 1991.)

Wilson ym. (2005) jakavat työn kuormittavuuden arviointiin käytetyt menetelmät kahteen ryhmään, analyyttisiin ja empiirisiin menetelmiin. Heidän mukaansa useaa menetelmää voidaan käyttää tarkastelussa, mutta ei ole olemassa yhtä menetelmää, joka toimisi kaikissa tapauksissa. Analyyttisiin menetelmiin kuuluvat mm. tarkistuslistamenetelmät (Checklist), tehtävien analysointi (Task Analysis), joka suoritetaan usein aikajana – analyysin kanssa (Timeline Analysis), simulaatiot ja (yleensä työtehtäviin käytettävään aikaan perustuvat) laskennalliset menetelmät. Empiirisiin menetelmiin kuuluvat puolestaan mm. suorituskyvyn mittaaminen, psyko-fysiologiset ja liikenteenohjaajien omakohtaiset raportointimenetelmät.

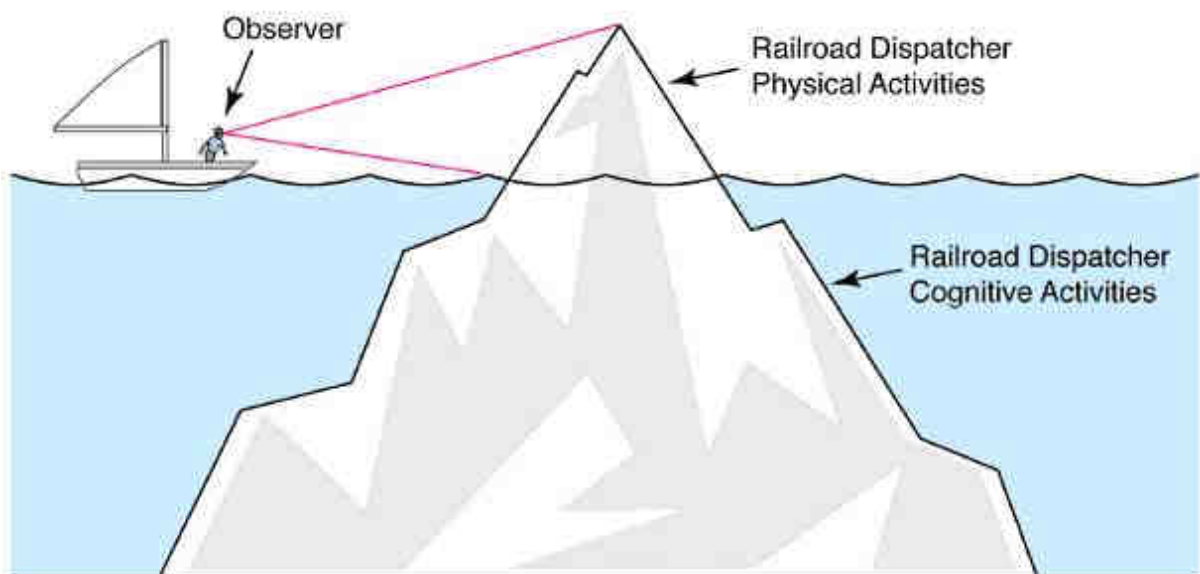
Tässä tutkimuksessa tehdään liikenteenohjauksen työtehtäville tehtäväanalyysi, jonka perusteella kehitetään kuormittavuusmittaristo. Tarkastelu tehdään liikenteenohjauksen asiantuntijoiden avustuksella työpajassa. Tarkastelussa selvitetään mitä eri tehtäviä työssä suoritetaan ja kuinka paljon eri tehtävistä aiheutuu kuormitusta. Lisäksi työpajassa pyritään määrittämään kuormitusta aiheuttaville tekijöille painokertoimet. Mittaristo mittaa kuormittavuutta suoritettujen toimenpiteiden määrän perusteella. Lisäksi liikenteenohjaajat antavat subjektiivisen arvion työn kuormittavuudesta.

4 LIIKENTENOHJAUSTYÖN KUORMITTAVUUS JA SEN MITTAAMINEN

4.1 Liikenteenohjaustyön kuormittavuus

4.1.1 Liikenteenohjaustyön luonne

Liikenteenohjaajien työ vaatii monipuolista tietämystä ja kognitiivista toimintaa, joka ei suoraan näy ulkoisena toimintana. Fyysisiä toimenpiteitä ovat mm. komentojen syöttäminen tietokoneelle, dokumentointi ja puhelut. Kognitiivisesti ohjaaja tarkkailee ja arvioi jatkuvasti liikennetilannetta, suunnittelee, tekee päätöksiä, ennakoii ja priorisoi tehtäviä (Haavisto ym. 2010). Reinach ym. (1998) jakavat liikenteenohjaajan työtehtävät neljään osaan: radan käytön hallintaan, dokumentointiin, suunnitteluun sekä suunnittelemattomien tilanteiden ja häiriötilanteiden hoitamiseen. Näistä tehtävistä kaksi ensimmäistä suoritetaan fyysisillä toimenpiteillä, kun taas kaksi jälkimmäistä vaativat kognitiivista työtä. Reinach (2007) vertaa liikenteenohjaajan työn kuormittavuutta jäävuoreen (Kuva 16), josta vain osa näkyy veden pinnalla. Myös liikenteenohjaustyön kuormittavuutta on ulkopuolisen tarkkailijan vaikea arvioida, koska hän näkee vain työn fyysisen puolen. Näin ollen havainnoidaan vain pientä osaa työn kokonaiskuormittavuudesta, jos tarkastelussa keskitytään pelkästään fyysisiin toimenpiteisiin.



Kuva 16 Liikenteenohjaajan työn kognitiivinen luonne (Reinach 2007).

Liikenteenohjauksessa tilanteet muuttuvat jatkuvasti, minkä vuoksi myös ohjaajien kuormitus vaihtelee. Työn kuormittavuutta nostavat häiriöt ja muut ennakoimattomat tilanteet, joiden aikana junia saatetaan joutua ohjaamaan manuaalisesti. Junien ohjaaminen optimaalisille reiteille vaatii erilaisten tietojen nopeaa analysointia. Liikenteenohjaajien täytyy jatkuvasti ylläpitää mielessään tilannekuvaa kyseisen hetken liikenteestä, muiden toimijoiden (viereisten alueiden ohjaajat, veturinkuljettajat, ratatyöt jne.) tekemisistä ja pyrkiä ennakoimaan tulevia

tapahtumia. Tietoa haetaan monista eri lähteistä, niitä yhdistellään mielessä ja niiden pohjalta tehdään päätöksiä (Kuva 17). (Haavisto ym. 2010.)



Kuva 17 Ohjaajien liikennetilannekuvan muodostaminen (Muokattu: Haavisto ym. 2010).

Yksi liikenteenohjauksen luonteeseen merkittävästi vaikuttava tekijä on myös tehtävien turvallisuuskriittisyys. Liikenteenohjaajat joutuvat tekemään nopeita päätöksiä turvallisuuskriittisessä ympäristössä, jossa väärä päätös voi johtaa onnettomuuteen. Turvallisuuskriittisyyden aiheuttamaa kuormittavuutta lisää se, että päätöksentekoon on usein käytettävissä hyvin vähän aikaa ja työ on usein pakkotahtista. Lisäksi päätöksiä joudutaan tekemään saatavilla olevien, joskus puutteellisten ja epävarmojen tietojen perusteella. (Haavisto ym. 2010.)

Rautateiden liikenteenohjaajien työn kuormittavuutta käsitteleviä tutkimuksia ja kirjallisuutta on saatavilla niukasti, joten on perusteltua käyttää tarkastelun apuna myös toisten samankaltaisten alojen työn kuormittavuuteen liittyvää tutkimusta. Lennonjohdon työ vastaa vaatimusten ja vastuiden osalta rautateiden liikenteen ohjaajien työtä, sillä molemmat ohjaavat useita kulkuneuvoja määrättyssä tilassa ja ovat herkkiä jaksoille, joissa töitä on todella paljon tai todella vähän. Lisäksi sekä lennonjohto että rautateiden liikenteenohjaus ovat turvallisuuskriittisiä töitä. (Reinach 2007.)

Pawlak ym. (1996) esittävät, etteivät lennonjohdon työn fyysisten ja kognitiivisten toimenpiteiden määrä ja rasittavuus välttämättä korreloi keskenään. Väittämää he perustelevat

esimerkeillä tilanteista, jotka vaativat ohjaajalta paljon fyysisiä toimenpiteitä, mutta aiheuttavat vähän kognitiivista kuormittumista ja tilanteista, joissa fyysisten toimenpiteiden määrä on vähäinen, mutta kognitiivinen kuormitus suuri. Pawlak ym. toteavat myös, että mittaamalla pelkästään fyysisesti toteutettujen työtehtävien määrää ei oteta huomioon ohjaajien kognitiivista kuormitusta. Heidän mukaansa lennonjohdon työn kuormittavuutta on kuitenkin määriteltä yleensä pelkästään kirjattujen fyysisten toimenpiteiden määrällä, koska tiedot niistä ovat helposti saatavissa. Hadley ym. (1999) tulevat samaan lopputulokseen ja toteavat, että lennonjohdon työ on pääasiassa kognitiivista, mutta kognitiivista kuormitusta on vaikea mitata.

Esitetyt tulokset vahvistavat käsitystä siitä, ettei rautateiden liikenteenohjaajan työn kokonaiskuormittavuutta voida mitata tarkastelemalla pelkästään suoritettujen toimenpiteiden määrää, vaan tarkasteluun täytyy ottaa mukaan myös kognitiivinen työ, jota on vaikea mitata.

4.1.2 Työn kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät liikenteenohjauksessa

Liikenteenohjaajien täytyy hallita useita työtehtäviä, tilanteita, ohjelmia ja järjestelmiä. Kuormittavuutta aiheuttavia tekijöitä on lukemattomia, joten on aiheellista tarkastella niistä merkittävimpiä kuormitustekijöitä, jotka ovat nousseet esille kirjallisuustutkimuksessa, haastatteluissa sekä vierailukäynneillä. Tekijät voidaan jakaa työtehtävistä sekä ohjaajan henkilökohtaisista ominaisuuksista johtuviin tekijöihin. Näistä tekijöistä suurin vaikutus kuormittavuuteen on ohjausalueen ominaisuuksilla (junamäärät, ratatyöt jne.), työkaluilla sekä henkilökohtaisilla tekijöillä, kuten kokemuksella. Näitä tekijöitä pystytään ennakoimaan työpisteiden ja vuorojen suunnittelussa, mutta häiriöt ja muut ennakoimattomat tekijät saattavat aiheuttaa työkuormitukseen merkittäviä muutoksia.

Työtehtävistä sekä työympäristöstä aiheutuvat tekijät

Liikenteenohjaajan *työtehtävien määrä* vaikuttaa merkittävästi työn kuormittavuuteen. Jos työtehtäviä on liikaa, joutuu ohjaaja käsittelemään liikaa tietoa ja suorittamaan toimenpiteitä päällekkäin, mikä vaarantaa liikenneturvallisuutta. Jos tapahtumia on vähän, saattaa liikenteenohjaajan keskittyminen herpaantua, mikä myös heikentää turvallisuutta. (Ala-Laurinaho ym. 2009a ja Popkin ym. 2001.) Suomessa työtehtävien määrä vaihtelee ohjausalueiden välillä huomattavasti johtuen liikennemäärien vaihteluista alueiden kesken, liikennetilanteesta, käytettävästä ohjausjärjestelmästä sekä ohjausalueen laajuudesta.

Kaikki työtehtävät eivät aiheuta samansuuruista kuormittavuutta. Esimerkiksi puhelut saattavat viedä ohjaajan aikaa huomattavasti enemmän kuin yksittäinen kulkutien turvaaminen tai dokumentaatio. Näin ollen *tehtävien vaatima aika* vaikuttaa työn kuormittavuuteen. Liikenteenohjauksessa tulee myös hetkiä, jolloin työtehtäviä kasaantuu niin paljon, että osan suorittamista joudutaan lykkäämään. *Työtehtävien päällekkäisyys* aiheuttaa kuormitusta, koska liikenteenohjaajien tulee pitää osa tiedoista muistissa tehtävien myöhempää suorittamista varten. (Haavisto ym. 2010.)

Liikenteenohjaajille aiheuttaa kuormitusta myös tehtävien *turvallisuuskriittisyys*. Liikenteenohjaajat joutuvat tekemään nopeita päätöksiä turvallisuuskriittisessä ympäristössä, jossa väärä päätös voi johtaa onnettomuuteen. Vicente (1999) toteaa, että turvallisuuskriittisissä työtehtävissä työntekijöiden täytyy arvioida suorittamiensa toimenpiteiden seurauksia tarkemmin kuin tavallisissa tehtävissä, minkä lisäksi heillä on paineita saada tehtävät hoidettua heti ensimmäisellä yrittämällä oikein. Oedewaldin ja Reimanin (2006) mukaan työn turvallisuuskriittisyys aiheuttaa paineita ja stressiä työntekijöille, mutta toisaalta se nostaa myös työn merkityksellisyyden kokemista ja näin ollen työmotivaatiota.

Turvallisuuskriittisyyden aiheuttamaa kuormittavuutta lisää se, että päätöksentekoon on usein käytettävissä hyvin vähän aikaa ja työ on pakkotahtista. Lisäksi päätöksiä joudutaan tekemään saatavilla olevien, joskus puutteellisten ja epävarmojen tietojen perusteella. Esimerkiksi tavarajuna saattaa tukkia matkustajajunien raiteen, jos ei tarkasti olla selvillä junan pituudesta ja aikatauluista. Toisaalta raideosuuksia voi olla samaan aikaan suojattuna ratatöiden vuoksi, eikä junia saada ohjattua niiden optimaalisille tulo- ja lähtöreiteille. (Haavisto ym. 2010.)

Liikennetilanteet muuttuvat rautateillä jatkuvasti, mikä vaikuttaa luonnollisesti liikenteenohjaajien työn toimenpidemääriin ja kuormittavuuteen. Ohjaajien täytyy jatkuvasti seurata liikennetilannetta ja pitää siitä mielessään kuvaa. Tietoa haetaan monista eri lähteistä, niitä yhdistellään mielessä ja niiden pohjalta tehdään päätöksiä. (Haavisto ym. 2010.) Häiriötilanteet voivat nostaa liikenteenohjauksen kuormittavuutta ennakkoimattomasti, kun joudutaan esimerkiksi manuaalisesti ohjaamaan junia uusiin aikatauluihin. Levo ym. (2004) luokittelevat FITS – raportissa ” Rautatieliikenteen häiriöhallinnan toimintamalli” häiriöiden syyt neljään ryhmään:

- Säästä ja kelistä johtuvat häiriöt
 - o pakkanen (junakaluston toimintahäiriöt)
 - o lumi (vaihteiden tukkeutuminen)
 - o ukkonen (ylijännite – sähkölaitteiden ongelmat ja kaatuneet puut)
- Junakalustosta johtuvat häiriöt
- Rataverkosta sekä sen laitteista ja järjestelmistä johtuvat häiriöt
 - o kisko- ja vaihdeviat
 - o sähköradan viat
 - o turvalaitteiden viat
- Onnettomuuksista aiheutuvat häiriöt
 - o junien alle jäämiset (ihmiset/eläimet).

Ala-Laurinaho ym. (2009) puolestaan esittelevät raportissaan häiriöiden aiheuttajat tarkemmin aikataulupoikkeamissa käytettävien syykoodien avulla (Kuva 18). Heidän mukaansa eniten myöhästymisiä aiheuttavat turva- ja viestilaitteiden viat, rataan liittyvät tekijät sekä vetureihin, moottorijuniin ja vaunuihin liittyvät viat.

AIKATAULUPOIKKEAMISSA KÄYTETTÄVÄT SYYKOODIT

Liikenneonnettomuudet O1 ALLEJÄÄNTI (IHMINEN) O2 ALLEJÄÄNTI (ELÄIN) O3 TASORISTEYSONNETTOMUUS O4 MUUT ONNETTOMUDET JA VAURIOT	Henkilökunta H1 HENKILÖKUNNAN VAIHTO H2 HENKILÖKUNNAN ODOTUS H3 MUUT SYYT	Rata R1 TILAPÄISET NOPEUSRAJOITUKSET R2 ESTE RADALLA R3 RADAN KUNNOSSAPITO- JA RAKENNUSTYÖT R4 VARAUKSEEN SOVITUN AJAN YLITYS
Matkustajapalvelu M1 MATKUSTAJARUUHKA M2 MATKUSTAJIEN AIHEUTTAMIA HÄIRIÖITÄ M3 AIKATAULUSTA POIKKEAVA PYSÄHDYS M4 PASSI- JA TULLITARKASTUS M5 VANKIEN KUORMAUS JA PURKU M6 PYSÄHTYMISAJAN YLITYS	Junankokoonpano J1 VAUNUJEN OTTO TAI JÄTTÖ J2 VAUNUJEN TAI VAUNURYHMIEN ODOTUS J3 JARRUJEN KOETTELU J4 ERIKOISKULJETUS J5 ALENNETTU SN	Sähköistys S1 JÄNNITEKATKO S2 TEKNISET VIAT S3 SÄHKÖRADAN KUNNOSSAPITO- JA RAKENNUSTYÖT S4 HÄIRIÖ VALTAKUNNAN VERKOSSA
Tavarapalvelu T1 TAVARAN KUORMAUS JA PURKU T2 POSTIN KUORMAUS JA PURKU T3 RAVINTOLAVAUNUN KUORMAUS T4 AIKATAULUSTA POIKKEAVA PYSÄHDYS	Veturit V1 VETURIN ODOTUS V2 VETURIVIKA JA JKV-VIKA VETURILAITTEESSA V3 VETOVOIMAN PUUTE V4 VETURIN VAIHTO, LISÄYS TAI POISTO	Turva-, valvonta- ja viestilaitteet P1 TURVALAITEVIKA P2 OPASTINVIKA P3 VAIHDEVIKA P4 JKV-VIKA RATALAITTEISSA P5 LINJA- TAI RATAPIHARADIOVIKA TAI PUHELINVIKA P6 GSM-R -VIKA P7 VALVONTALAITEVIKA TAI AIHEETON HÄLYTYS
Liikennetekniset syyt L1 YHTEYSLIIKENTEEN ODOTUS L2 JUNAKOHTAUS, EDELLÄ KULKEVA JUNA TAI SIVUUTUS L3 AHTAUS RATAPIHALLA L4 RISTEÄVÄT KULKUTIET L5 MYÖHÄSTYMINEN ULKOMAILTA L6 HÄIRIÖ PÄIVYSTYSTYÖSSÄ L7 TULOJUNA MYÖHÄSSÄ L8 LIIKENTEENHOITOVIRHE	Moottorijunat ja vaunut K1 JARRUVIKA K2 LAAKERIVIKA K3 JUNAN KATKEAMINEN K4 KYTKENTÄ TAI IRROITUS (Sm / Dm) K5 KALLISTUSVIKA (Sm3) K6 LOVIPYÖRÄ K7 MUU VIKA	Muut syyt I1 SÄÄ (SUMU, HUONO KELI TMS) I2 LUMIESTEET I3 ASIATTOMAT RADALLA LIIKKUJAT TAI ILKIVALTA I4 MUUT HÄIRIÖT
Etujassakulku (vain tavaraliikenteessä) E1 TULOJUNA ETUJASSA E2 VAIHTOTÖITÄ VÄHÄN TAI EI OLLENKAAN E3 PIENI JUNAKOKO E4 KÄÄNTÖAJAN ALITUS		
E5 VETURIN KULKU E6 AJOAJAN ALITUS / LIIKENTETEKNISET SYYT E7 MUU SYY		

Kuva 18 Aikataulupoikkeamissa käytettävät syykoodit (Ala-Laurinaho ym. 2009a).

Häiriöitä ei pystytä ennakoimaan, mikä lisää niiden aiheuttamaa kuormittavuutta. Häiriöt saattavat kasvattaa liikenteenohjaajan työtaakan niin suureksi, että ohjauspisteessä ei selviydytä normaalitilanteen työvoimalla, vaan paikalle joudutaan hälyttämään apuvoimia. Siksi ohjauskeskuksilla tulee olla varamiehitys, joka on valmiina tulemaan paikalle lyhyellä varoitusaajalla. Ongelmana tässä järjestelyssä on se, että apuun lupautuvat yleensä samat henkilöt, jolloin heille aiheutuu ylimääräistä kuormitusta. (Ala-Laurinaho ym. 2009a.)

Ennalta tiedettyjen poikkeustilanteiden juna-, aikataulu- ja raidemuutokset sekä mahdollinen matkustajainformaatio voidaan suunnitella etukäteen. Ennakoitavia häiriöitä liikenteelle aiheuttavat mm. suuret ratatyöt. Ne vaikuttavat liikenteenohjaajien kognitiiviseen kuormitukseen merkittävästi, koska ratatöiden aikana ennakoitavia asioita on enemmän. Tiedon määrä kasvaa ja liikenteenohjaajien tulee pystyä priorisoimaan asioita oikeilla hetkillä. Ohjaajat joutuvat esimerkiksi seuraamaan tarkkaan junien aikataulussa pysymistä, koska se vaikuttaa olennaisesti siihen, milloin ja kuinka pitkäksi aikaa ratatöille voidaan antaa työluvut. Erityisen vaativia ovat tilanteet, joissa turvajärjestelmät eivät ole käytössä ja jokainen juna ja työ joudutaan varmistamaan manuaalisesti. Tällöin liikenteenohjaaja ei voi seurata junien ja ratatöiden kulkua kauko-ohjausjärjestelmistä, vaan hänen täytyy soittamalla varmistaa missä junat ovat menossa. (Haavisto ym. 2010.)

Yksi merkittävä liikenteenohjauksen kuormittavuuteen vaikuttava tekijä on *ohjausjärjestelmä*. Suomessa on eri ohjausalueilla käytössä erilaisia ohjausjärjestelmiä, joiden automatisoinnin ja käytettävyyden taso vaihtelevat merkittävästi. Esimerkiksi vanhoissa järjestelmistä voidaan

joutua kääntämään turvattavan kulkutien jokaisen vaihteen asentoa erikseen ja antamaan kulkuluvat opastimilla kullekin radanosalle erikseen, kun taas automatisoidut järjestelmät turvaavat junakulkutien automaattisesti tai yhdellä napinpainalluksella koko ohjattavalta alueelta kerralla. Haavisto ym. (2010) mainitsevat myös, että järjestelmien käytettävyys vaihtelee järjestelmän toimittajasta riippuen. Esimerkiksi kulkutietä ei aina pystytä muodostamaan ohjelman kankeuden vuoksi ja samat käskyt joudutaan syöttämään useaan kertaan, jotta järjestelmä rekisteröi ne ja toteuttaa halutut toimenpiteet. Myös saman asian esittämistapa saattaa vaihdella samassa työpöydässä siten, että jos esimerkiksi kulkutietä ei ole asetettu, yhdessä järjestelmässä kaikki opastimet ovat vihreitä ja toisessa järjestelmässä ne ovat perusasetuksena punaisena seis-asennossa.

Kun liikennetilanteessa ei ole poikkeuksia, junien kulun automaattiset järjestelmät ohjaavat liikennettä. Liikenteenohjaajien työ on kuitenkin käytännössä harvoin pelkkää liikenteenseurantaa, ja liikennettä joudutaan usein ohjaamaan myös manuaalisesti. Liikenteenohjausautomaatio voidaan joutua laittamaan pois päältä esimerkiksi kun junat myöhästelevät ja vaihtoyhteyksien vuoksi suunnitellaan uudet aikataulut, turvalaitteissa on vikoja, tai kun tavarajunia joudutaan ohjaamaan siten, että ne vaikuttavat mahdollisimman vähän henkilöliikenteen kulkuun. (Haavisto ym., 2010.)

Liikenteenohjaajien työ on kolmivuorotyötä ja vuorotaulumallit vaihtelevat pisteittäin työehtosopimuksen ja työaikalain puitteissa. Suositettu rytmitys on ollut ilta- (13.45 - 21.00), aamu-(6.50 - 14.00), yövuoro (20.50 - 7.00), lepo ja 2 vapaapäivää, koska silloin ohjaajat saavat pitkät vapaat. Ohjauskeskuksissa miehitys ei kuitenkaan ole yhtä vahva läpi viikon, minkä vuoksi kierrot eivät ole säännölliset. Vuorotauluja tehtäessä perussääntö on, ettei yli 10 tunnin vuoroa saa tehdä operatiivisessa liikenteenohjauksessa. Lindströmin ym. (2003) mukaan *työaika- ja työvuorojärjestelyt* vaikuttavat sekä fyysiseen että psyykkiseen kuormittavuuteen. Pitkät työajat merkitsevät pidempää altistumisaikaa työn kuormitustekijöille. Vuorotyöstä ja muista poikkeavista työajoista johtuva kuormittavuus puolestaan johtuu pääasiassa niiden yhteensopimattomuuteen elimistön vuorokausirytmien ja työn ulkopuolisen sosiaalisen elämän kanssa. Vuorotyön ja muiden poikkeuksellisten työaikojen vaikutus näkyy yleisimmin unen ja vireyden heikkenemisenä, mikä aiheuttaa myös työn laadun heikkenemistä. Popkin ym. (2001) painottavat työaikojen kuormittavuuteen liittyen myös sitä, että liikenteenohjaajat joutuvat usein tekemään töitä normaaleina vapaapäivinä, kuten viikonloppuina ja juhlapäivinä.

Muita työtehtäviin ja työympäristöön liittyviä kuormitustekijöitä ovat mm. *lämpötila ja melu ohjauskeskuksessa, työilmapiiri sekä muutokset työtehtävissä tai työvälineissä*. Lisäksi työn kuormittavuuteen vaikuttaa myös *yhteistyökumppanin osaaminen*. Liikenteenohjaajat ovat yhteydessä moniin eri toimijoihin, kuten veturinkuljettajat, ratatyöntekijät, vaihdemiehet yms. Jos vastapuoli ei ole tehtäviensä tasalla, tietää se myös ohjaajalle lisätöitä.

Henkilökohtaiset tekijät

Henkilöiden välillä on eroavaisuuksia siinä, miten kuormittavuus koetaan ja miten se vaikuttaa työsuoritukseen. Henkilökohtaisia tekijöitä on vaikea ottaa huomioon mittaristossa. Ne pitää ottaa huomioon työpisteiden järjestelyitä ja työvuoroja suunniteltaessa. Koska henkilökohtaiset tekijät eivät ole yhtä merkittäviä kehitettävän mittariston kannalta kuin työtehtävien aiheuttamat tekijä, esitellään niistä vain muutamia tärkeimpiä lyhyesti.

Kokemuksella on suuri vaikutus kuormittavuuteen. Kokeneet liikenteenohjaajat pystyvät ennakoimaan tulevia liikennetilanteita ja heillä on ohjausstrategioita ja keinoja erilaisten tilanteiden selvittämiseen (esimerkiksi vaihteiden kääntäminen ennakolta kulkutietä muodostettaessa). Tehokas ohjausstrategia voi laskea kuormittavuutta merkittävästi (Arnegard 1991). Lisäksi nopeaa päätöstä vaativissa tilanteissa kokeneiden ohjaajien paikallisolosuhteiden tuntemus auttaa merkittävästi ratkaisujen tekemisessä, sillä päätökset vaativat esimerkiksi tarkkaa maaston ja raiteiden paikkojen tuntemusta (Haavisto ym. 2010.)

Muistin kapasiteetti vaikuttaa koettuun työn kuormittavuuteen. Ihmisen työmuistin kapasiteetti on rajallinen ja lyhytaikainen tieto säilyy siellä vain rajoitetun ajan (Wickens & Hollands 2000). Liikenteenohjaajan täytyy muistaa asioita, joita on ajoittain rinnakkaisesti liittyen moneen eri toimintoon. Nämä tiedot pitää muistaa, kun siirrytään asiasta toiseen ja joudutaan palaamaan takaisin hoitamaan kesken jääneitä tehtäviä. Haaviston ym. (2009) mukaan liikenteenohjaajille on kehittynyt yksilöllisiä tapoja asioiden mielessä pitämiseen. Monella on esimerkiksi käytössä muistilippuja, joihin merkitään junien numeroita, vetureiden tilauksia, ylimääräisiä junia, lähtö- ja tuloaikoja, baliisivikoja ja vaihtotyöliikkeitä. Ongelmana saattaa olla se, ettei tiedetä mitä on tehty ja mitä on tekemättä.

Muita yksilöllisiä kuormittavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. *vireystila*, joka vaihtelee päivän kuluessa ja päivien välillä, *työmotivaatio*, *koulutus*, *ikä* ja *stressinsietokyky* ja *ohjausjärjestelmän tuntemus*.

4.1.3 Työn kognitiivinen kuormittavuus liikenteenohjauksessa

Liikenteenohjaajien työn kuormittavuutta käsittelevissä tutkimuksissa käytetään kuormittavuuden luonteesta johtuen yleensä termiä ”mental workload”, jonka voi suomentaa esimerkiksi ”työn kognitiivinen kuormittavuus”. Toinen usein tutkimuksissa esiintyvä termi on ”taskload” (työtehtävän kuormittavuus). Sillä tarkoitetaan pelkästään työtehtävän aiheuttamaa kuormitusta. Termi ”mental workload” ottaa huomioon myös sen, mitä työntekijä tekee selvittääkseen työstään. Toimintastrategian valintaan vaikuttavat mm. kokemus ja taidot (Reinach, 2007.)

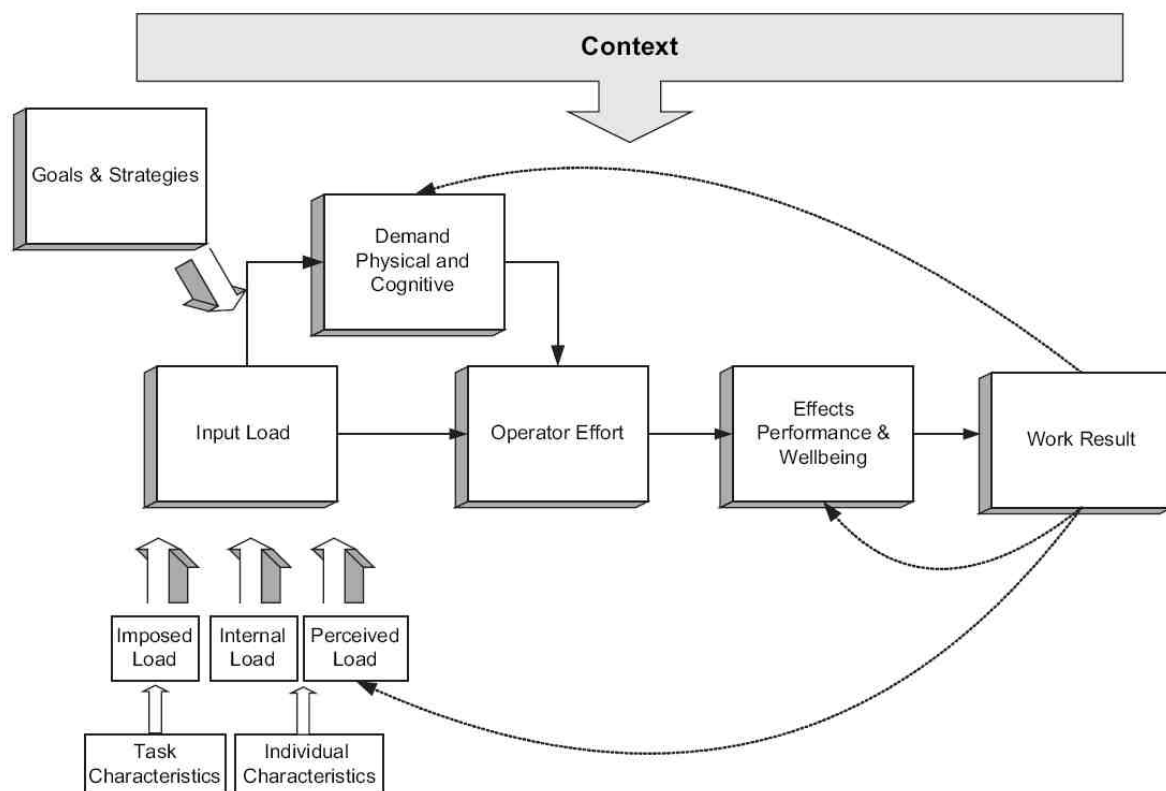
Yleisesti käytetty kognitiivisen kuormituksen määritelmä näissä tutkimuksissa on Popkin ym. (2001) käyttämä näkökulma, jossa kognitiivinen kuormitus nähdään vuorovaikutuksena työtehtävien asettamien vaatimuksien (taskload) ja ohjaajan taitojen (joilla hän pyrkii

vastaamaan näihin vaatimuksiin) välillä. Pickup ym. (2005) ja Krüger (2008) mainitsevat myös kaksi muuta näkökulmaa kognitiivisen kuormittavuuden määrittelyyn liikenteenohjauksessa. Näistä ensimmäisessä työn kuormittavuutta tutkitaan työntekijän näkökulmasta, jolloin tarkastelu kohdistuu työssä jaksamiseen, viihtymiseen ja työterveyteen liittyviin asioihin. Toisessa näkökulmassa työkuormitus määritellään suorituskyyä vähentäväksi tekijäksi. Kuormittuneisuutta mitataan ohjaajien käytöksen muutoksella ja sen vaikutuksella liikenteenohjaukseen kokonaisuutena.

Vaikka kognitiivista kuormittavuutta on tutkittu laajasti esimerkiksi lentoliikenteessä jo monen vuosikymmenen ajan, on rautateiden liikenteenohjaajien työkuormitukseen liittyviä tutkimuksia ja kirjallisuutta saatavilla niukasti. Laaja-alaista tutkimusta on tehty pääosin paikallisten rautatiehallintojen toimesta ainakin Yhdysvalloissa (Federal Railroad Administration, FRA) Stephen J. Reinachin ja Stephen Popkinin sekä Englannissa (Network Rail) Laura Pickupin ja John R. Wilsonin johdolla tehdyissä tutkimuksissa.

Suomessa rautateiden liikenteenohjaajien työn kuormittavuutta on käsitelty viime vuosina ”Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän (ESKO) käyttöönotto ja muutokset liikenteenohjaustyössä” (Ala-Laurinaho ym. 2009a) sekä ”Rautateiden liikenteenohjaus ratatöiden aikana” (Haavisto ym. 2010) tutkimuksissa. Ensin mainitussa työn kuormittavuutta arvioitiin liikenteenohjaajan näkökulmasta, ja jälkimmäisessä esiteltiin ratatöiden ja häiriötilanteiden vaikutusta liikenteenohjaajan työn kuormittavuuteen.

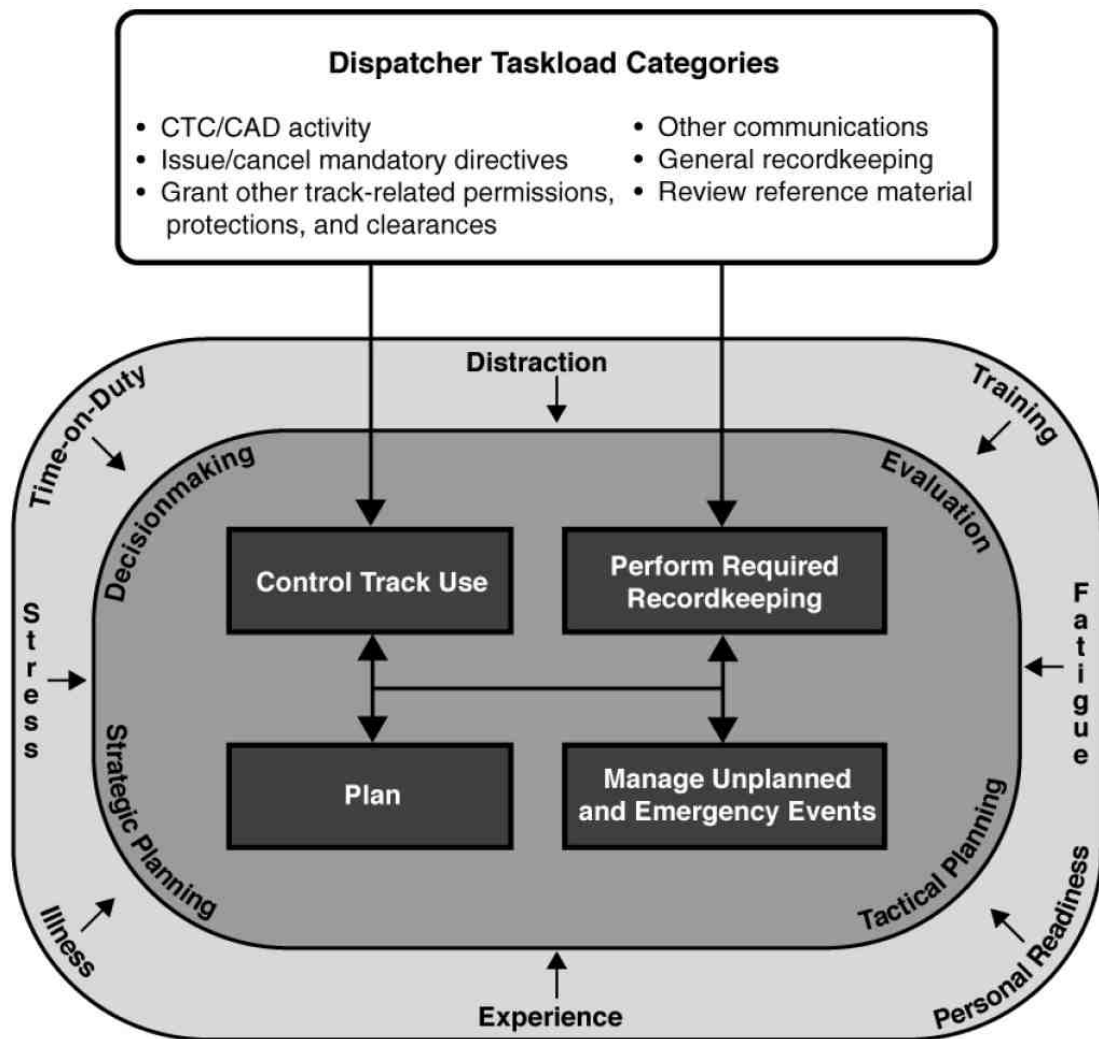
Sekä FRA että Network Rail ovat pyrkineet kehittämään kattavaa mallia liikenteenohjaajien työn kuormittavuudesta. Network Railin mallissa liikenteenohjaajan työn kuormittavuus koostuu työtehtävien määräämästä kuormasta sekä yksilöllisistä tekijöistä, jotka vaikuttavat kuormittavuuteen (Kuva 19). Tämä kuormitus aiheuttaa ohjaajalle fyysisiä ja kognitiivisia vaatimuksia ja vaikuttaa ohjaajan toimintaan, hyvinvointiin ja työn lopputulokseen. Työn lopputuloksella on puolestaan vaikutus työn vaatimuksiin ja työn koettuun kuormitukseen. (Pickup ym. 2009.)



Kuva 19 Network Railin malli liikenteenohjauksen kuormittavuudesta (Pickup ym. 2009).

Kuva 20 esittää FRA:n kehittämää alustavaa mallia liikenteenohjaajan työn kuvaamiseen. Mallissa esitetään ohjaajan pääasialliset tehtävät (neljä laatikkoa keskellä), kognitiiviset näkökulmat tehtäviin (sisempi kehä), yksilölliset työn kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät (ulompi kehä) ja työtehtävien aiheuttama kuormitus (taskload) laatikossa ylhäällä. Sisempi kehä edustaa liikenteenohjauksen kognitiivista puolta, johon vaikuttavat ohjaajan pääasialliset tehtävät. Pääasialliset tehtävät ovat osittain mitattavissa. Kognitiivista työtä, eli suunnittelua sekä suunnittelemattomien tilanteiden ja häiriötilanteiden hallintaa ei puolestaan pystytä suoraan mittaamaan työtehtävien aiheuttamasta kuormituksesta. (Reinach 2007.)

Mallit kuvaavat työn kuormittavuuden osatekijöitä ja niiden suhteita pääosin samalla tavalla. Molemmissa työn kuormittavuuteen vaikuttavat sekä työtehtävien aiheuttama kuormitus että henkilökohtaisen kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät. Suurin ero mallien välillä on se, että Network Railin mallissa työn lopputuloksella on vaikutusta työn vaatimuksiin ja henkilökohtaiseen kuormitukseen. FRA:n malli ei tätä ilmiötä ota huomioon. Malleja tukee myös Krügerin (2008) esittämä teoria, jonka mukaan työtehtävien aiheuttamat vaatimukset määräytyvät tehtävien määrästä sekä niihin vaaditusta ajasta ja työpanoksesta. Tehtävien suorittamiseen vaadittava työpanos puolestaan vaihtelee tehtävien ominaisuuksien, kuten vaikeuden ja monimutkaisuuden myötä. Liikenteenohjaajan kapasiteetin määrittää koulutus, kokemus ja taidot, ja siihen vaikuttavat myös stressitekijät, kuten väsymys ja melu.



Kuva 20 FRA:n malli liikenteenohjaajan työn kognitiiviselle kuormittavuudelle (Reinach 2007).

4.2 Liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden arviointi

4.2.1 Liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden arviointi Suomessa

Työn kuormittavuuden arviointia käytetään apuna liikenteenohjaukseen liittyvässä työn suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tämän työn yhteydessä liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden arviointiin tutustuttiin Pieksämäellä seuraamalla kuormittavuusmittauksia 10.3.2010 ja haastattelemalla VR:n Kouvolan ohjauspalvelukeskuksen päällikköä Terho Lankista, joka on ollut kehittämässä Itä-Suomessa käytettävää kuormittavuusmittaristoa. Pieksämäellä mm. työvuoroja ja ohjaajien lukumäärää koskevat päätökset tehdään kokouksissa, joissa istuu VR:n liikenteenohjauksen esimiehiä, liikenteenohjaajien luottamusmiehiä sekä työsuojeluvaltuutettu. Ratkaisut syntyvät eri osapuolten neuvotteluiden tuloksena. Päätöksenteko näissä kokouksissa on helpompaa, jos liikenteenohjauspisteiden kuormittavuudesta tai määrästä on konkreettisia arvioita, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä.

Liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden arviointiin on käytössä erinäisiä menetelmiä ja mittaristoja eri puolilla Suomea. Yhteinen menetelmä mahdollistaisi eri liikenteenohjauskeskusten aiheuttaman työn kuormittavuuden vertailun ja siitä olisi apua varsinkin arvioitaessa työmääriä työjärjestelyjen ja ohjausjärjestelmien uusimisen ym. muutosten jälkeen.

Tässä työssä kehitettävän kuormittavuusmittariston pohjana käytetään Itä-Suomessa kehitettyä menetelmää, jossa liikenteenohjaajien työn kuormittavuutta tarkastellaan suoritettujen toimenpiteiden määrällä tunnissa. Menetelmän tuloksena on taulukko (Taulukko 1), jossa suoritettavat työtehtävät on jaoteltu osa-alueisiin. Suoritettujen toimenpidemäärien perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä ohjauspöydän kuormittavuudesta. Kokemuksen perusteella on arvioitu, että 90 – 100 toimenpidettä tunnissa on raja-arvo, jonka jälkeen liikenteenohjaajilla on vaikeuksia hoitaa työtehtäviään huolella.

Taulukko 1 Itä-Suomen menetelmän toimenpidemäärätaulukko.

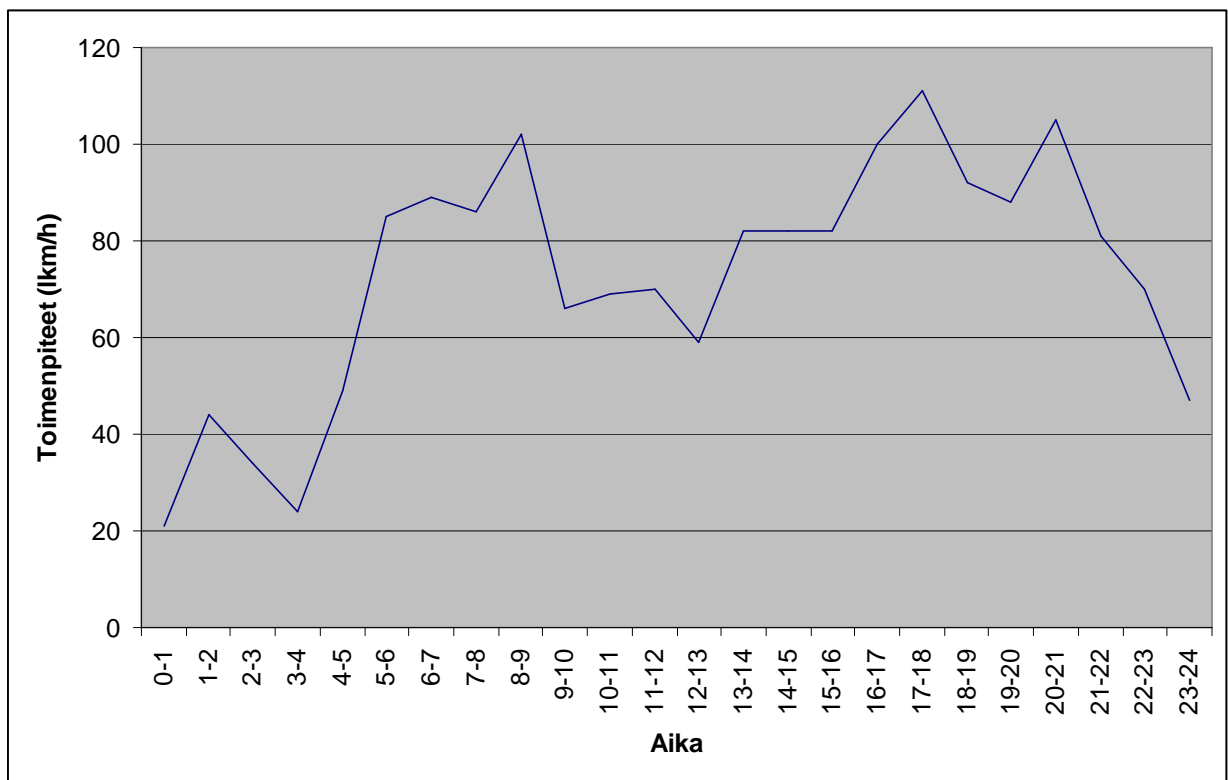
Keskiviikko 23.5.2007

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
Junalukumäärä (kpl)	2	4	2	3	5	8	6	6	7	6	7	7	3
Turvattujen junakulkuteiden lkm (kpl) (ei ylipainettavia kulkuteitä) vaihteenkäännöt + (tulo tai lähtö)kulkutien asettaminen/lkp = 1 kpl	8	23	19	10	21	40	42	40	43	30	30	30	21
Matkustajainfo (kpl) = Sad-kuulutusten lkm (vain poikkeuskuulutukset Imatra ja Parikkala)+Par-SI -radan väliasemat	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0
Viestiliikenne = Js-sopimusten lkm (kpl) (Jns-Par ko + Par-SI radan lähtöluvat)	2	3	2	3	5	9	3	10	12	7	7	10	8
Dokumentointi = Graafiset junapäiväkirjamerkinnät (kpl)	3	6	6	5	10	13	10	9	15	11	9	13	11
Dokumentointi = Juse-päivitykset (kpl)	4	4	5	2	6	8	9	6	6	6	9	7	5
Ratatyö = varausten lkm (sis. suojaustoimenpiteet)	0	1	0	1	0	1	1	2	2	1	1	0	2
Vaihtotyö = Lupa + paikallislupa + vaihteiden kääntö ensimmäiselle liikkeelle = 1 kpl	2	3	0	0	2	5	13	10	15	5	6	3	8
Sitaluvat (Pky)	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
Yhteensä tunnissa	21	44	34	24	49	85	89	86	102	66	69	70	59

Työosien jaottelu tehdään alueellisesti eri tavoin riippuen ohjausalueen ominaisuuksista. Yleensä mukana tarkastelussa ovat olleet ainakin seuraavat työnosat:

- **junalukumäärä**
- **turvattujen junakulkuteiden lukumäärä:** vaihteenkäännöt ja kulkutien asettaminen
- **matkustajainfo:** kuulutusten lukumäärä
- **viestiliikenne:** Junasuoritus sopimusten (Js-sopimusten) lukumäärä
- **dokumentointi:** Graafiset junapäiväkirjamerkinnät ja JUSE-päivitykset
- **ratatyö:** varausten lukumäärä (sis. suojaustoimenpiteet)
- **vaihtotyö:** Luvananto ja vaihteen kääntäminen 1. liikkeelle
- **junaturvallisuusilmoitusilmoitukset** (jt-ilmoitukset) (kpl)
- **muu info:** yhteydenpito veturinkuljettajan (vek), konduktöörin (kond) ym. kanssa

Menetelmän käyttöä varten tehdään mittauksia, joissa mittaaja kirjaa taulukkoon jokaisen tarkasteltavassa työpisteessä tehdyn toimenpiteen. Mittauksiin tutustuttiin Pieksämäellä 10.3.2010 suoritetuissa mittauksissa. Mittaajana toimi ohjausalueen varaluottamusmies, joka kirjasi käsin tukkimiehen kirjanpidolla jokaisen toimenpiteen työpisteessä, josta ohjataan Pieksämäen ratapihaa. Mittaukset aloitettiin aamulla klo 7 ja ne kestivät 24 tuntia. Toimenpiteet laskettiin tunnin jaksoissa. Myöhemmin mittauksen tekijä kirjaa mittaustulokset Excel – taulukkoon ja laatii graafisen esityksen tietojen pohjalta (Kuva 21). Kuormituskäyrän perusteella nähdään kuormituksen vaihtelut eri aikoina ja kuviosta voidaan helposti tunnistaa kuormitushuiput ja vähäisen kuormituksen jaksot. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että mittausajankohdan valinta vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Kyseisenä päivänä alueen läpi kulki tavarajunia vain noin puolet verrattuna normaalitilanteeseen ahtaajien lakon vuoksi, mikä on otettava huomioon tuloksia tulkittaessa.



Kuva 21 Graafinen esitys kuormituksen vaihteluista Itä-Suomen menetelmässä.

Itä-Suomen menetelmää ei ole otettu yleiseen käyttöön Liikenneviraston Rautatieosaston liikenteenohjauspisteiden työvoiman mitoittamisessa. Menetelmää on kritisoitu siitä, ettei siinä painoteta eri työtehtävien kuormittavuuksia. Suoritettujen työtehtävien lukumäärää tulisi painottaa kertoimilla, jotka kuvaavat työtehtävän vaatimaa työaikaa. Näin eri työtehtävien ohjaajalle aiheuttamat kuormitukset saadaan vertailukelpoisiksi keskenään.

Muissa käytössä olevissa menetelmissä eri ohjauspisteiden kuormittavuutta on arvioitu esimerkiksi valvottavan rataosan ja käytössä olevien työkalujen ominaisuuksien mukaan liikenteenohjaajien suorittamien toimenpiteiden määrän sijasta. Menetelmässä laaditaan taulukko liikenteenohjaajan työn kannalta merkittävimmistä rataosan ominaisuuksista

(Taulukko 2). Lisäksi taulukossa selitetään sanallisesti liikenteenohjaajien työhön vaikuttavia asioita, joita ei voida ilmaista numeroilla. Tällaisia ovat esimerkiksi ohjausjärjestelmän automaatiotaso ja matkustajainformaatioon käytettävät järjestelmät. Rataosan ominaisuuksista taulukoidaan yleensä liikenteenohjaustunnit vuorokaudessa, valvottavan alueen ratakilometrit, junamäärät, junakilometrit vuorokaudessa, henkilöliikenneasemien määrä, tavaraliikennepaikkojen määrä, raiteiden määrä sekä mahdolliset luvankysymispaikat. Mitoittavana tekijänä pidetään liikenteenohjaajien valvomia junakilometrejä työtuntia kohden.

Taulukko 2 Työmäärän arviointi ohjausalueen ominaisuuksien perusteella.

Ohjauspalvelukeskus Kouvola								
Kouvolan keskusohjaamo								
Kouvola 2.6.2004								
		vuorokaudessa		hlö	tav.			
	kulkuväli	km	junia	j.km / vrk	asem.	paik.	raiteita	muuta
	Kouvola - (Pieksämäki)	185	24	4440	4		1	1)
	Kouvola - Mikkeli	114	2	228				
	Kouvola - Harju	10	2	20				
	Hillosensalmi - Kouvola	43	1	43				
	Lahti - (Riihimäki)	59	87	5133	1 + 6	Järvelä	2	2)
	(Kouvola) - (Lahti)	62	74	4588	3	Uusikylä	2	3)
	Lahti - Uusikylä	21	2	42				
	(Luumäki) - (Lappeenranta)	27	43	1161			1	4)
	(Kouvola) - Luumäki	59	73	4307	1	3	2	5)
	Luumäki - (Vainikkala)	33	30	990	1	1	1	6)
	Vainikkala - Raippo	13	2	26				
	(Lappeenranta) - Imatra	39	41	1599	2	4	1	7)
	Lappeenranta - Joutseno	16	2	32				
	Imatra - Joutseno	23	7	161				
		704	390	22770				
		lohj h/vrk		144,25				
	Kv liikenteenohjaus yht.	j.km/lohj.h		157,9				
1)	1-raiteinen 13 liikennepaikkaa käsittävä rataosa, Alcatel - kauko-ohjaus, jossa kulkutie-							
	automatiikka (ei junanro- eikä grafiikka-automatiikkaa)							
2)	Siemens - kauko-ohjaus, jossa kulkutieautomatiikka (ei junanro- eikä grafiikka-auto-							
	matiikkaa)							
3)	Itsetoiminen suojustus (ei kauko-ohjausta)							
4)	Siemens - kauko-ohjaus (ei junanro- eikä grafiikka-automatiikkaa), 3 junakohtauspaikkaa							
5)	Itsetoiminen suojustus (ei kauko-ohjausta)							
6)	Siemens - kauko-ohjaus (ei junanro- eikä grafiikka-automatiikkaa), 2 junakohtauspaikkaa							
7)	Alcatel - kauko-ohjaus (ei kulkutie-, junanro- eikä garfiikka-automatiikkaa).							
	Merkittävät Cargon vaihtotyöpaikat lmr, Jts, Lrs. Imatran tk-asetinlaite kattaa vain osan							
	Imatran liikennepaikasta, joten vaihdemiesten osuus kulkutien turvaamisessa merkittävä							
	(= yhteistyö ko/vaihdemiehet).							

4.2.2 Ulkomaisia menetelmiä liikenteenohjauksen kuormittavuuden arviointiin

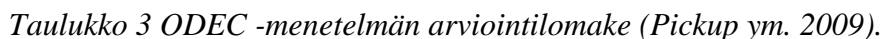
Liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden mittaamiseen on kehitetty erilaisia menetelmiä paikallisten rautatiehallintojen toimesta ainakin Englannissa (Network Rail), Yhdysvalloissa (FRA) ja Etelä-Afrikassa (Spoornet). Seuraavaksi esiteltävien menetelmien kehittämisestä saatua tietoa ja kokemusta mm. kuormitustekijöiden määrittämiseen ja painotukseen liittyen käytetään apuna tässä työssä luotavan mittariston rakentamisvaiheessa.

Englanti

Network Rail on vuosituhaten alusta lähtien kehittänyt ”työkalupakkia” liikenteenohjaajien työn kognitiivisen kuormittavuuden arviointiin. Kyseinen kokoelma sisältää erilaisia työkaluja, joilla työn kuormittavuutta voidaan mitata eri näkökulmista. Tässä työssä esitellään tarkemmin ODEC (Operational Demand Evaluation Checklist), IWS (Integrated Workload Scale) ja AAT (Activity Analysis Tool) – menetelmät. ODEC:n avulla voidaan arvioida yhden ohjauspisteen tehtävien ohjaajalle aiheuttamaa kuormitusta, kun taas AAT mittaa tietyn ajanjakson aikana tehtyjen toimenpiteiden määrää ja eri tehtäviin kuluneen ajan osuutta ajanjakson pituudesta. IWS puolestaan mittaa ohjaajan kokemaa kuormitusta.

Kuten aikaisemmin todettiin, työn kuormittavuus on moniulotteinen käsite, eikä kuormittavuuden määrää pystytä mittaamaan tarkastelemalla pelkästään yksittäistä tekijää. Tarkastelun kohteena tulee olla monen yksittäisen työn kuormittavuuteen vaikuttavan tekijän yhdistelmä. Ensimmäinen vaihe *ODEC – menetelmän* kehittämisessä oli tästä johtuen tärkeimpien työnosien määrittelemisen tarkkailemalla ohjaajien työskentelyä vierailukäynneillä ohjauskeskuksissa sekä liikenteenohjaajien haastatteluilla. Tämän vaiheen tuloksena saatiin määriteltyä yli 40 työn kuormittavuuteen vaikuttavaa osatekijää. Asiantuntijat järjestivät kuormituksen osatekijät järjestykseen niiden kuormittavuuden perusteella sekä valitsivat 29 merkittävintä mukaan mittaristoon. (Pickup ym. 2009.)

Kuormittavuutta ei haluttu arvioida tarkasti numeerisesti, koska työpisteille ei ole olemassa ennaltamääriteltyä kuormittavuuden tavoitearvoa. Sen sijaan kehitettiin kuormittavuutta kuvaavat kategoriat *korkea*, *keskimääräinen* ja *matala*, joihin jokainen kuormituksen osatekijä sijoittuu. Esimerkiksi kontrolloitavien opastimien määrän perusteella ohjattava alue kuuluu kategoriaan korkea, jos opastimia on alueella yli 75. Jos opastimia on puolestaan alle 25, määritellään alue opastimien määrän perusteella vähän kuormittavaksi. Kategorioiden raja-arvot määritettiin asiantuntijoiden arvioiden perusteella. Mittaristo toimii siten, että tarkasteltavan ohjauspöydän tiedot syötetään Excel – taulukkoon (Taulukko 3), joka laskee kuinka suuri osa osatekijöistä kuuluu korkean, keskimääräisen ja matalan kuormittavuuden kategorioihin. Jakautumisen perusteella voidaan arvioida ohjauspöydän kuormittavuutta. Taulukossa tummennetut rivit ovat arvioinnin mukaan määriteltyjä kuormituksen pääasiallisia aiheuttajia ja niiden vaikutus on jakautumislaskuissa tuplattu. (Pickup ym. 2009.)

53

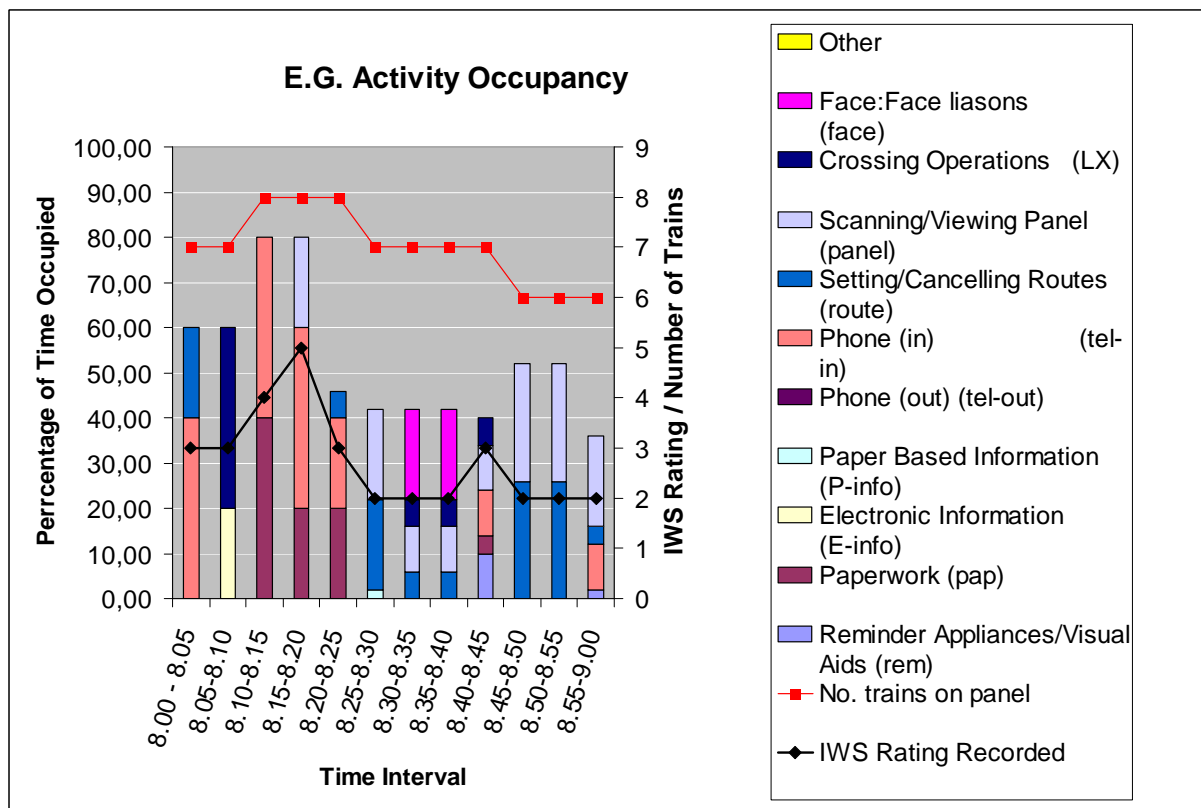
Menetelmän antamien tulosten validiteettia ei ole voitu testata vertaamalla vastaavan menetelmän tuloksiin, sillä ODEC:a vastaavaa menetelmää ei ole olemassa. Tuloksia verrattiin tästä johtuen perinteiseen henkilöstöntarpeen arviointimenetelmän antamiin tuloksiin. (Pickup ym. 2009).

Toinen englannissa käytössä oleva kuormittavuuden arviointimenetelmä AAT mittaa työpisteen kuormittavuutta pelkästään työtehtäviin kuluneen ajan perusteella. Erona ODEC:iin on myös se, että AAT mittaa kuormituksen vaihtelua tarkasteluajana. (Pickup ym. 2007.) AAT:n kehittämisprosessista ei ollut saatavissa kuvausta, joten seuraavaksi esitellään vain mittariston toimintaperiaate.

AAT:lla tehtäviä kuormittavuustarkasteluja varten mitataan tarkasteltavassa ohjauspisteessä suoritettaviin työtehtäviin kulunut aika sekä ohjattavan alueen junamäärät. Mittauksissa saadut tiedot syötetään Excel – taulukkoon (Taulukko 4), joka piirtää automaattisesti tietojen perusteella palkkikaavion (Kuva 22). Kaaviosta nähdään eri työtehtäviin kulunut aika viiden minuutin aikajaksoissa. AAT:llä tehtävissä tarkasteluissa on mukana useita liikenteenohjaajan työn asiantuntijoita ja yleensä AAT:n antamia tuloksia verrataan ohjaajan subjektiiviseen arviointiin perustuvalla IWS – menetelmällä saatuihin tuloksiin. Täten saadaan varmistus siitä, antaako mittaristo oikeansuuntaisia arvioita työpisteen kuormittavuudesta. (Pickup ym. 2007.)

Taulukko 4 AAT:n merkintätaulukko (The Workload Toolkit 2007).




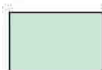





Activity Occupancy Record (1) (mins:secs)							Activity Occupancy Record (2) (mins:secs)						
Activity Occupancy	8.00 - 8.05	8.05-8.10	8.10-8.15	8.15-8.20	8.20-8.25	8.25-8.30	Activity Occupancy	8.30-8.35	8.35-8.40	8.40-8.45	8.45-8.50	8.50-8.55	8.55-9.00
Reminder Appliances/Visual Aids (rem)							Reminder Appliances/Visual Aids (rem)			0,50			0,10
Paperwork (pap)			2,00	1,00	1,00		Paperwork (pap)			0,20			
Electronic Information (E-info)		1,00					Electronic Information (E-info)						
Paper Based Information (P-info)						0,10	Paper Based Information (P-info)						
Phone (out) (tel-out)							Phone (out) (tel-out)						
Phone (in) (tel-in)	2,00		2,00	2,00	1,00		Phone (in) (tel-in)			0,50			0,50
Setting/Cancelling Routes (route)	1,00				0,30	1,00	Setting/Cancelling Routes (route)	0,30	0,30		1,30	1,30	0,20
Scanning/Viewing Panel (panel)				1,00		1,00	Scanning/Viewing Panel (panel)	0,50	0,50	0,50	1,30	1,30	1,00
Crossing Operations (LX)		2,00					Crossing Operations (LX)	0,30	0,30	0,30			
Face:Face liasons (face)							Face:Face liasons (face)	1,00	1,00				
Other							Other						
No. trains on panel	7	7	8	8	8	7	No. trains on panel	7	7	7	6	6	6
IWS Rating Recorded	3	3	4	5	3	2	IWS Rating Recorded	2	2	3	2	2	2



Kuva 22 AAT:n graafinen esitys työtehtäviin kuluva ajasta (The Workload Toolkit 2007).

IWS – menetelmällä mitataan liikenteenohjaajan kokemaa kuormittavuutta. Network Rail kehitti menetelmän muiden menetelmien tueksi, koska halusi toimenpiteiden tai muiden kuormitustekijöiden perusteella kuormittavuutta mittaavien menetelmien lisäksi subjektiivisen arvion. Menetelmää ei yleensä käytetä yksinään mittaamaan kuormittavuutta, koska menetelmän antamissa tuloksissa ei näy kuormitusmuutosten syytä vaan pelkästään kuormituksen vaihtelu. IWS kehitettiin kirjallisuustutkimuksen pohjalta ja kehitystyö tehtiin yhteistyössä ohjaajien kanssa. Kehitysprosessin lopputuloksena on asteikko, jonka avulla työn kuormittavuutta voidaan arvioida asteikolla 1-9 (Kuva 23). Menetelmää testattiin laajasti simulaattoreissa. Ohjaajat ohjasivat simulaattoria erilaisissa liikennetilanteissa. Samalla he syöttivät IWS – ohjelmaan arvioita työn kuormittavuudesta. Saatujen tulosten perusteella pystyttiin arvioimaan menetelmän toimivuutta. (Pickup ym. 2005a ja The Workload Toolkit 2007.)

IWS toimii siten, että liikenteenohjaajat syöttävät kannettavalla tietokoneella olevaan IWS – ohjelmaan 5 minuutin välein arvionsa ajanjakson työtehtävien kuormittavuudesta. Ohjelma piirtää tuloksista kuvaajan, jossa arvio kuormittavuudesta esitetään ajan funktiona. Tulokset voidaan myös siirtää yllämainittuun AAT – taulukkoon, jolloin kahden eri menetelmän antamia tuloksia voidaan vertailla. (Pickup ym. 2005a ja The Workload Toolkit 2007.)

	Not Demanding	Work is not demanding at all
	Minimal Effort	Minimal effort required to keep on top of situation
	Some Spare Time	Active with some spare time to complete less essential jobs
	Moderate Effort	Work demanding but manageable with moderate effort..
	Moderate Pressure	Moderate pressure, work is manageable
	Very busy	Very busy but still able to do job
	Extreme Effort	Extreme effort and concentration necessary to ensure everything gets done
	Struggling to keep up	Very high level of effort and demand, struggling to keep up with everything
	Work too Demanding	Work too demanding – complex or multiple problems to deal with and even with very high levels of effort it is unmanageable.

Kuva 23 IWS -menetelmän asteikko (Pickup ym. 2005a).

Etelä-Afrikka

Etelä-Afrikan rautateiden liikenteenohjauksesta vastaavan Spoornetin (nykyään Transnet) kehittämän ohjaajan työn kuormittavuuden arviointimenetelmä ja sen rakentamisvaiheet esitellään Krügerin (2008) tutkimuksessa ” *A systems approach to the assessment of mental workload in a safety-critical environment*”. Kehittäminen aloitettiin listaamalla liikenteenohjaustyössä vaikuttavat kuormitustekijät. Eri tekijöiden vaikutusta kuormittavuuteen arvioitiin liikenteenohjauksen asiantuntijoiden johdolla ja arvioinnin perusteella päätettiin, mitkä kuormitustekijät otettiin mittaristoon mukaan. Tehtäväanalyysin perusteella laadittiin lista kuormitustekijöistä, joiden perusteella eri ohjauspöytien kuormittavuutta voidaan arvioida. (Krüger 2008.)

Mittaristoon mukaan otettujen kuormitustekijöiden aiheuttamaa kuormitusta tutkittiin myöhemmin ohjauskeskuksissa mm. tarkastelemalla kuinka paljon ohjaajat joutuvat käyttämään aikaa eri työtehtävien hoitoon. Tutkimusten perusteella asiantuntijat määrittivät kuormitustekijöille painokertoimet sekä kehittivät kaavan, jolla voidaan laskea eri tekijöistä koostuva yhteiskuormitus. Kaavasta saatava luku (Mental Workload Index, MWLI) kertoo työpisteen kuormittavuuden tason (Taulukko 5). Jotta saatujen lukujen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä kuormittavuudesta, on taulukossa näkyville luvuille määritelty kuormittavuusluokat (korkea, keskimääräinen ja matala), jotka kertovat työpisteen kuormittavuustason. Mittariston antamat tulokset tarkistettiin vertaamalla niitä liikenteenohjaajien arvioihin eri ohjauspöytien kuormittavuudesta. Myös liikenteenohjaajat arvioivat eri pöytien kuormitustason kategorioiden ”korkea, keskimääräinen ja matala kuormitus” avulla (Krüger 2008.)

Taulukko 5 Etelä-Afrikassa käytetyn MWLI –menetelmän laskentakaavio (Krüger 2008).

Authorisation weight		15.00																
Tel/radio comms weight		5.00																
Moderators																		
Centre Id	No of trans- actions (Rimas + ETA/ETD)	No of authos	Weighted no of authos	No of other tel/radio comms	Weighted no of comms	Total no of actions (weighted)	Shift worked	Experience	Interface complexity	Running times	Crossing places	Platform Location	Authos vs Crossings	Type and Mix	Loco Depots	Shun- ting	Topo- graphy	Work- load Index
1	5	34	510	204	1020	1535	1.080	1.030	1.017	1.060	1.000	1.030	1.110	1.045	1.050	1.117	1.020	2629
2	0	9	135	50	250	385	1.080	1.030	1.033	1.080	1.000	1.000	1.000	1.015	1.000	1.117	1.020	553
3	16	97	1455	345	1725	3196	1.080	1.060	1.050	1.030	1.000	1.030	1.110	1.045	1.075	1.117	1.020	5789
4	16	15	225	100	500	741	1.080	1.000	1.050	1.080	1.000	1.000	1.044	1.000	1.050	1.117	1.040	1155
5	0	9	135	9	45	180	1.080	1.030	1.050	1.060	1.000	1.030	1.044	1.000	1.050	1.117	1.000	281
6	4	38	570	271	1355	1929	1.080	1.000	1.050	1.080	1.000	1.012	1.110	1.045	1.050	1.140	1.000	3320
7	3	20	300	130	650	953	1.080	1.030	1.050	1.000	1.000	1.000	1.088	1.015	1.075	1.117	1.000	1476
8	0	35	525	146	730	1255	1.080	1.030	1.033	1.080	1.000	1.030	1.088	1.045	1.050	1.140	1.020	2228
9	24	39	585	297	1485	2094	1.080	1.030	1.050	1.080	1.000	1.012	1.110	1.045	1.075	1.117	1.000	3722
10	18	19	285	366	1830	2133	1.080	1.030	1.050	1.060	1.000	1.000	1.088	1.045	1.050	1.140	1.020	3666
11	7	45	675	325	1625	2307	1.080	1.180	1.050	1.060	1.060	1.030	1.110	1.045	1.075	1.117	1.040	5174
12	5	13	195	264	1320	1520	1.080	1.000	1.000	1.080	1.000	1.000	1.044	1.000	1.050	1.117	1.020	2214
13	0	6	90	8	40	130	1.080	1.000	1.033	1.080	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050	1.000	1.040	171
14	2	46	690	222	1110	1802	1.080	1.030	1.050	1.080	1.060	1.030	1.110	1.045	1.050	1.117	1.020	3443
15	0	71	1065	82	410	1475	1.080	1.030	1.033	1.080	1.060	1.030	1.110	1.045	1.050	1.117	1.040	2828
16	0	42	630	327	1635	2265	1.080	1.180	1.017	1.080	1.060	1.030	1.110	1.045	1.050	1.023	1.020	4399
17	10	8	120	23	115	245	1.080	1.060	1.033	1.080	1.000	1.000	1.044	1.045	1.050	1.023	1.020	374
18	20	31	465	261	1305	1790	1.080	1.030	1.017	1.060	1.000	1.012	1.088	1.045	1.075	1.140	1.020	3086
19	9	8	120	88	440	569	1.080	1.060	1.000	1.080	1.000	1.030	1.044	1.045	1.050	1.023	1.020	866
20	0	8	120	91	455	575	1.080	1.030	1.033	1.030	1.000	1.000	1.000	1.090	1.000	1.140	1.020	863

Yhdysvallat

Yhdysvaltojen rautatiehallinto FRA (Federal Railroad Administration) on pyrkinyt kehittämään uutta kuormittavuuden arviointimenetelmää liikenteenohjaukseen. Aiemmin Yhdysvalloissa on käytetty työtehtävien aiheuttaman kuormituksen (taskload) arviointimenetelmä, joka ei ota huomioon mm. ohjausjärjestelmien eroavaisuuksia tai ohjausalueen kokoa. FRA on julkaissut kehitysprosessista väliraportin ”*Preliminary Development of a Railroad Dispatcher Taskload Assessment Tool: Identification of Dispatcher Task and Data Collection Methods*” (Reinach 2007), mutta valmista mittaristoa ei ole saatu kehitettyä. Väliraportissa liikenteenohjaajan työ on jaoteltu osiin ja näiden osien vaikutusta työn kuormittavuuteen on tutkittu, mikä toimii lähtökohtana uudelle työtehtävien kuormittavuuden arvioimiseen käytettävälle työkalulle. (Reinach 2007.)

Kuormittavuuden arviointimenetelmän kehittämisen ensimmäinen askel oli se, että tutkijat muodostivat kirjallisuustutkimuksen ja asiantuntijoiden haastatteluiden perusteella listan liikenteenohjaajien työtehtävistä. Työtehtävälistan perusteella kehitettiin kyselylomake, jonka tarkoituksena oli kartoittaa, puuttuiko listasta työtehtäviä sekä tunnistaa tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa työtehtävien liikenteenohjaajille aiheuttamaan kuormaan. Kyselylomakkeet lähetettiin jokaisen 8 ohjausalueen ohjauskeskuksen edustajalle, valituille virkamiehille sekä jokaiselle liikenteenohjaajalle. Tämän kyselyn tulosten pohjalta kehitettiin toinen kyselylomake, jolla oli tarkoitus selvittää eri työtehtävien vaikeusastetta, vaatimaa työaikaa ja häiritsevyystasoa. Tämä kyselylomake lähetettiin vain ensimmäiseen kyselyyn vastanneille. (Reinach 2007.)

Ensimmäisen kyselykierroksen perusteella liikenteenohjaajien työtehtävät jaoteltiin 6 kategoriaan, jotka on esitetty taulukossa 6. Toisessa kyselylomakkeessa pyydettiin arvioimaan eri työtehtäväryhmien aiheuttamaa aikakuormitusta, häiriöitä sekä tehtäväryhmien vaatimaa työpanosta asteikolla 1-7 (1 = vaatii vähän aikaa/vähän häiritsevä, 7 = vaatii paljon aikaa). Lisäksi lomakkeessa tiedusteltiin kuinka suuren osan eri työtehtäväryhmät vievät päivittäisestä työajasta.

Taulukko 6 FRA:n listaus liikenteenohjaajien työtehtävistä (Reinach 2007).

General Task Category	Task
1. Actuate signals, switches, blocking devices, and bridge controls via CAD system	<ul style="list-style-type: none"> 1. Route passenger/commuter trains 2. Route local freight trains 3. Route through freight trains 4. Route work trains 5. Route hi-rail vehicles 6. Route other moving track vehicles 7. Open/close railroad bridges
2. Issue/void dispatcher-authorized mandatory directives	<ul style="list-style-type: none"> 8. Issue (or cancel) Form Ds 9. Issue track warrants 10. Issue Direct Traffic Control (DTC) block authorities 11. Issue track bulletins (e.g., Form B) 12. Issue track permits 13. Issue track and times 14. Issue work and times 15. Issue joint track and times 16. Issue joint work and times
3. Grant other track-related permissions, protections, and clearances	<ul style="list-style-type: none"> 17. Grant permission to pass a red signal 18. Grant permission to open up a switch onto main line 19. Grant permission to close a main track switch 20. Grant permission to make a reverse move 21. Grant permission to leave a passenger station/terminal 22. Grant other permissions, clearances, and protections 23. Protect for other-than-normal switch operations 24. Protect passengers crossing main tracks between platform and station (station cut-outs) 25. Provide blue flag protection 26. Provide roadway worker protection/foul time 27. Issue plate orders (catenary out of service) and other electrified territory maintenance protections 28. Issue yard protection 29. Issue stop and protect orders (to protect highway users at grade crossings with reported activation failures) 30. Follow cab signal failure procedures 31. Issue heat orders for welded rail/catenary territories
General Task Category	Task
4. Carry out non-authority or non-permission/protection/clearance communications	<ul style="list-style-type: none"> 32. Issue traffic advisories 33. Issue weather advisories 34. Issue track condition advisories 35. Issue speed restrictions, slow orders, bulletins, etc. 36. Issue line-ups 37. Coordinate between parties 38. Communicate with train crews (e.g., time train crew goes on duty, outlaw-related information, initial terminal Form D check) 39. Communicate with dispatchers at other centers and with other departments: yardmasters, crew callers, police department 40. Communicate with other railroads (e.g., dispatcher, CTD) 41. Call for taxis/crew transportation for outlawed/incoming crews 42. Communicate and coordinate incident-related matters 43. Conduct conference calls with freight agents and clerks 44. Field incoming wrong number calls 45. Field passenger complaints 46. Field requests from emergency responders to intrude into right-of-way to handle emergencies 47. Communicate with power manager (electric traction territory) 48. Communicate with those inside the dispatching center, such as another dispatcher, an ACTD or CTD, or other supervisor in the same center
5. Perform general recordkeeping tasks	<ul style="list-style-type: none"> 49. Enter train sheet data (e.g., train times, crew duty times, unusual events, and/or equipment defects, such as signal failures) 50. Complete train delay reports 51. Enter train ID data 52. Prepare train consist reports 53. Complete incident logs 54. Set up train sheet 55. Prepare daily Bulletin Order 56. Keep payroll records 57. Check automatic equipment inspection (AEI) readers and record car numbers 58. Transfer on/off duty 59. Maintain block register territory record 60. Complete various other FRA- and railroad-required reports (e.g., grade-crossing malfunction, signal failure)
6. Review reference materials <i>Time spent reviewing... →</i>	<ul style="list-style-type: none"> 61. Rulebook(s) 62. Special bulletins, speed restrictions, general orders 63. Dispatcher notes 64. Dispatcher manual of instructions 65. Bridge maps, track charts 66. Train consist reports 67. Rule-of-the-day and other daily postings

5 MITTARISTON LÄHTÖKOHDAT JA ARVIOINTIKRITEERIT

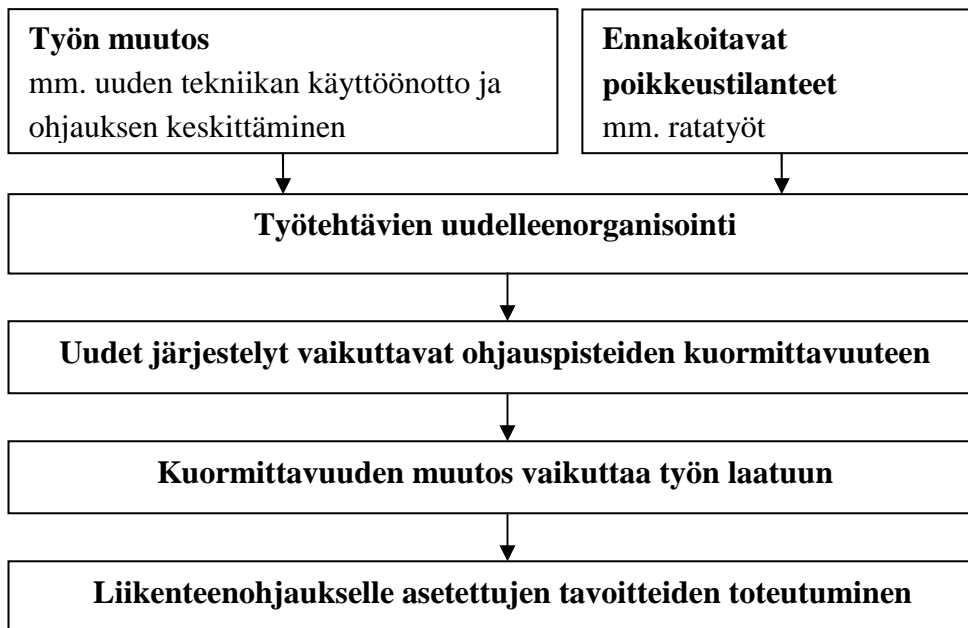
5.1 Lähtökohdat liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden mittaamisessa

5.1.1 Työn kuormittavuuden arvioinnin lähtökohdat liikenteenohjauksessa

Teoriaosuuden perusteella voidaan todeta, että työn kuormittavuus koostuu työtehtävistä ja – ympäristöstä sekä työntekijän henkilökohtaisista aiheutuvista tekijöistä. Pitkittyvä liian korkea tai matala kuormitustaso voi vaikuttaa liikenteenohjaajien hyvinvointiin sekä työsuoritukseen ja täten heikentää rautatieliikenteen turvallisuutta ja junien aikataulussa pysymistä. Liikenneviraston tavoitteena onkin kehittää liikenteenohjaukseen kuormittavuusmittaristo, jonka avulla voidaan arvioida liikenteenohjaajien työn aiheuttamaa kuormitusta ja sen optimaalista tasoa. Mittaristoa tullaan käyttämään etenkin työn kuormittavuuden ennustamiseen ohjausjärjestelyihin ja työtehtäviin vaikuttavissa muutostilanteissa, joissa myös työmäärä tulee muuttumaan.

Rautatieliikenne Suomessa on muutostilassa johtuen organisaatiomuutoksista sekä tavaraliikenteen ja mahdollisesta matkustajaliikenteen avaamisesta kilpailulle. Nämä muutokset vaikuttavat liikennetelematiikan kehittymisen ohella myös liikenteenohjauksen järjestelyihin. Liikenteenohjaus keskitetään liikenteenohjauskeskuksiin, keskitettyjen ohjauspisteiden tehtäviä tullaan yhdistelemään, vanhat työtehtävät jakautuvat usean tahon hoidettavaksi uusien toimijoiden (Rlike, Info, Kuha) myötä. Lisäksi entistä automatisoidumpaa ohjaustekniikkaa otetaan käyttöön. Tällaisessa muutostilanteessa tarvitaan kuormituksen arviointimenetelmiä, jotta voidaan ennalta arvioida muutosten vaikutusta kuormittavuuteen. Tämä on tärkeää varsinkin liikenteenohjauksen kaltaisessa turvallisuuskriittisessä työkuvassa.

Mittaristo tulee toimimaan liikenteenohjausjärjestelyjen suunnittelun apuna työn muutoksista johtuvien ohjauksen uudelleenorganisoinnin lisäksi myös ennakoitavissa poikkeustilanteissa. Esimerkiksi suurten ratatöiden vuoksi joudutaan tekemään muutoksia liikenteenohjausjärjestelyissä ja kuormittavuusmittaristoa pystyy käyttämään apuna mietittäessä lisätyövoiman tarvetta. Mittariston tavoitteena on löytää työkuormitukselle sopiva taso, jolla työn laatu ei kärsi, mutta tehtävät saadaan organisoitua tehokkaasti. Liikenteenohjauksen työn laadun heikkeneminen vaikuttaisi luonnollisesti myös liikenteenohjauksen päätavoitteiden toteutumiseen, joka on junien ohjaaminen turvallisesti ja aikataulunmukaisesti. Mittariston taustoja pyritään hahmottamaan kaaviolla (Kuva 24).



Kuva 24 Kuormittavuusmittariston kehittämisen lähtökohdat.

Mittariston avulla voidaan arvioida kuormittavuutta seuraavista lähtökohdista:

- pystytään arvioimaan, mikä työmäärä mihinkin työpisteeseen mahtuu (kaikkien ohjauspisteen työntekijöiden on selvittävä työstä)
- työkuorman tasainen jakautuminen työpisteiden kesken (liikaa tai liian vähän työtä)
- uuden tekniikan ominaisuuksien vaikutus työmäärään
- ohjelmistojen ominaisuuksien käytettävyys: mittaristoa voi käyttää hankinnoissa apuna vertailemalla tekniikan ominaisuuksien vaikutusta työmäärään
- poikkeustilanteiden vaikutus työmäärään (esimerkiksi ratatyöt).

Mittariston antamia tuloksia voidaan käyttää päätöksentekoa tukevana materiaalina kokouksissa, joissa tehdään mm. työvuoroja ja ohjaajien lukumäärää koskevat päätökset. Kokouksissa istuu kunkin ohjausalueen VR:n liikenteenohjauksen esimiehiä, liikenteenohjaajien luottamusmiehiä sekä työsuojeluvaltuutettu. Ratkaisut syntyvät eri osapuolten neuvotteluiden tuloksena. Päätöksenteko näissä kokouksissa on helpompaa, jos liikenteenohjauspisteiden kuormittavuudesta on konkreettisia arvioita, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä.

5.1.2 Työn kuormittavuuden luonne liikenteenohjauksessa

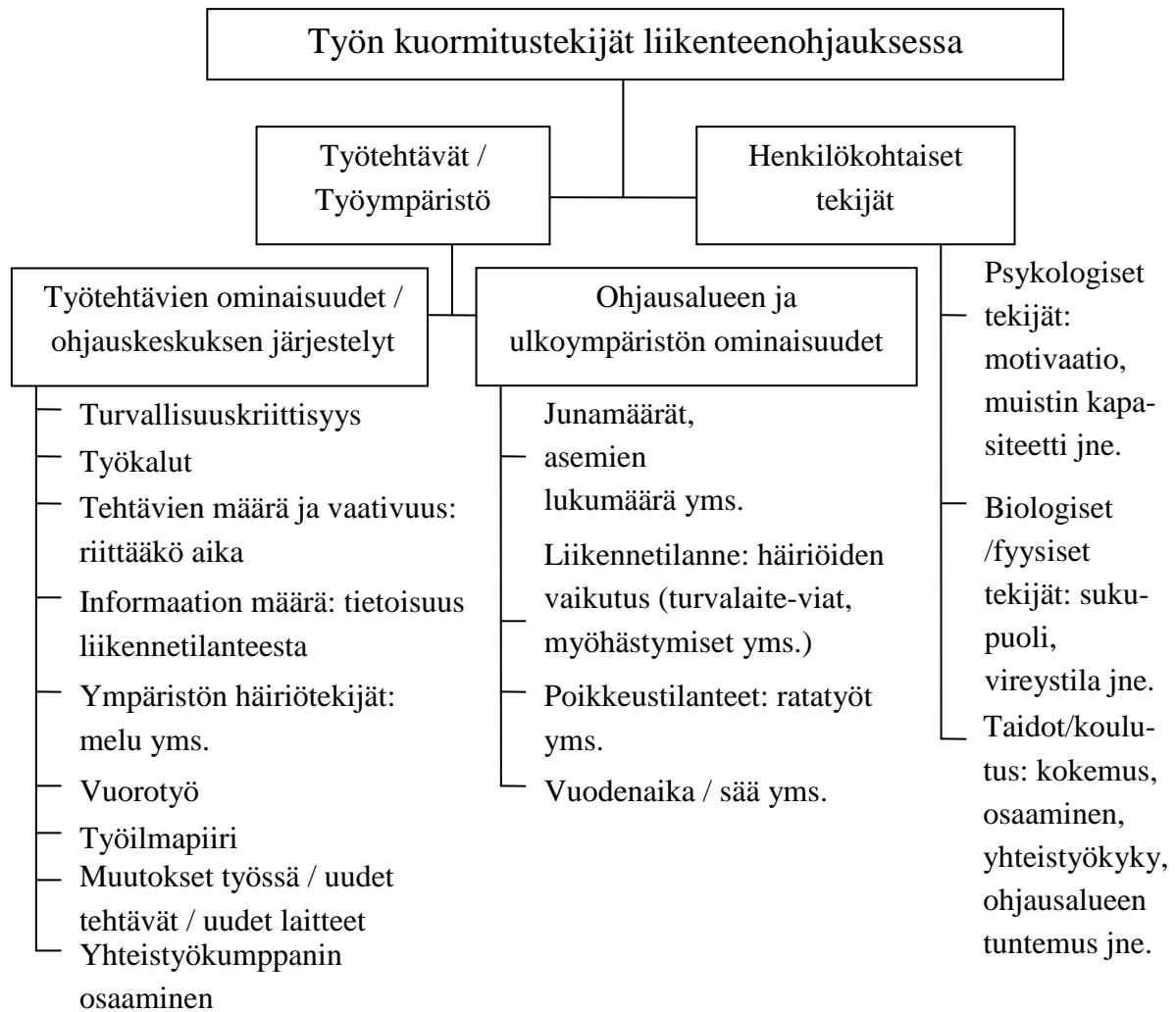
Kuormittavuutta on vaikea mitata, koska se on henkilökohtainen tuntemus työn rasittavuudesta. Yksittäistä ”oikeaa” arvoa työtehtävien kuormittavuudelle ei voida määrittää, sillä jokainen työntekijä kokee kuormittavuuden eri tavalla. Täten mittaristolla ei voi myöskään määrittää työn kuormittavuudelle maksimi- tai optimiarvoa, jonka perusteella määritetään työvoiman tarve eri työpisteissä, vaan tuloksena on suuntaa-antava arvo

työpisteen liikenteenohjaajalta vaatimasta työmäärästä. Mittaristo toimii päätöksenteon tukena, ei määräävänä tekijänä.

Työn kuormittavuuden mittaamista vaikeuttavat myös liikenteenohjauksen työnkuvan tietyt ominaispiirteet. Näitä ominaispiirteitä ovat liikenteenohjaajien työn kognitiivinen luonne, pakkotahtisuus ja turvallisuuskriittisyys sekä työn määrän satunnaisvaihtelu. Tämän tutkimuksen teoriaosuudessa haastatellut liikenteenohjaajat sekä ulkomaalaiset tutkimusraportit painottivat sitä, että liikenteenohjaus on suurelta osin pään sisällä tapahtuvaa, kognitiivista toimintaa. Toisin sanoen liikenteenohjaajat työskentelevät, vaikka he eivät suorita fyysisiä toimenpiteitä. Tämän vuoksi liikenteenohjauksen kuormittavuutta arvioitaessa on otettava huomioon myös kognitiivinen työ, vaikka sen määrää on vaikea mitata. Yksilöllisillä ominaisuuksilla voi olla suuri vaikutus työn lopputulokseen, tehtäviin päätöksiin ja siihen, miten kuormittavana ohjaaja työ kokee. Myös liikenteenohjauksen turvallisuuskriittisyys ja pakkotahtisuus kasvattavat työn kuormittavuutta.

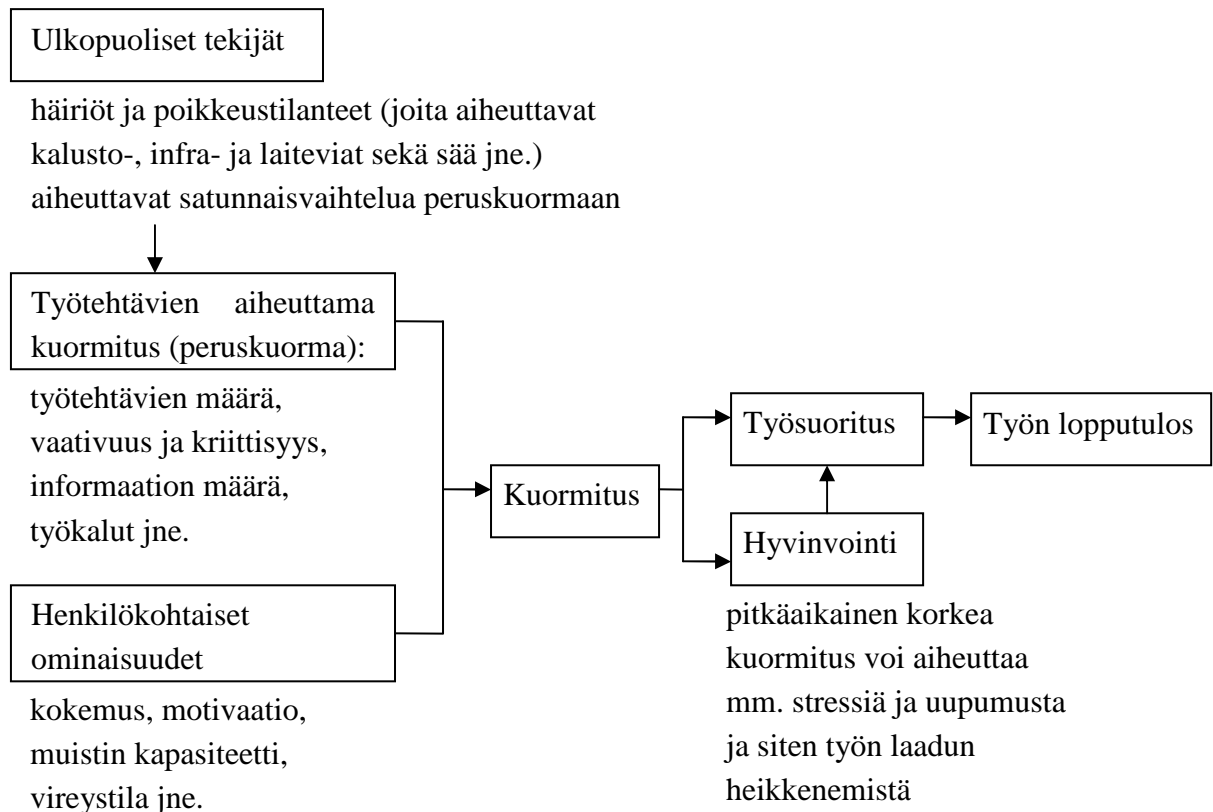
Liikenteenohjaajien työkuorma vaihtelee liikennetilanteen mukaan riippuen viikonpäivästä sekä kellonajasta. Ruuhka-aikoina ohjaajien työmäärät luonnollisesti kasvavat ja yöaikaan työtehtävät vähenevät. Ennakoitavaa työkuormituksen kasvua aiheuttavat myös ratatyöt, jotka aiheuttavat ylimääräisiä työtehtäviä normaalitilanteeseen verrattuna. Satunnaisvaihtelua työn kuormittavuuteen aiheuttavat erilaiset häiriöt (jännitekatkot, vaihteiden jäätyminen jne.), joiden aikana työmäärä saattaa kasvaa merkittävästi, koska esimerkiksi ohjausjärjestelmän automatiikka saatetaan joutua kytkemään pois päältä. Liikenteenohjaajat painottivat, että nykyään liikenteenohjauksessa normaalitilanne ei ole enää aikataulunmukainen liikennetilanne, vaan eriasteisia häiriöitä esiintyy lähes jatkuvasti.

Teoriaosan kirjallisuustutkimuksessa, haastatteluissa sekä vierailukäynneillä esille nousseet kuormitustekijät on listattu seuraavassa kuvassa (Kuva 25). Mainituista tekijöistä suurin vaikutus kuormittavuuteen on ohjausalueen ominaisuuksilla (junamäärät, ratatyöt jne.), työkaluilla sekä henkilökohtaisilla tekijöillä. Näitä tekijöitä pystytään ennakoimaan työpisteiden ja vuorojen suunnittelussa, mutta ennakoimattomat tekijät saattavat aiheuttaa kuormitukseen merkittäviä muutoksia.



Kuva 25 Merkittävimmät liikenteenohjauksen kuormitustekijät.

Liikenteenohjaustyön kuormittavuutta pyrittiin havainnollistamaan teoriaosuuden perusteella luodulla mallilla (Kuva 26). Mallissa työn kuormittavuus koostuu työtehtävistä ja työympäristöstä aiheutuvasta kuormituksesta sekä ohjaajan henkilökohtaisista ominaisuuksista. Työtehtävät ja työympäristö aiheuttavat ”peruskuorman”, jonka suuruuteen aiheuttaa vaihtelua häiriöt ja poikkeustilanteet. Ohjaajan henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten paljon ohjaaja joutuu ponnistelemaan työtehtävistä selviytyäkseen ja miten hän kokee kuormittavuuden tason. Työkuormitus puolestaan vaikuttaa työntekijän kuormittuneisuuteen. Pitkäaikainen korkea kuormitus voi aiheuttaa työntekijälle terveyshaittoja sekä heikentää työsuorituksen tasoa.



Kuva 26 Malli liikenteenohjauksen kuormittavuudesta.

5.2 Kehitettävälle mittaristolle asetetut vaatimukset ja arviointikriteerit

Mittaristolle asetettiin seuraavat vaatimukset:

1. Yksinkertaisuus/ymmärrettävyys:

Mittariston toimintaan ei tarvitse syventyä pitkäksi aikaa ymmärtääkseen sen antamia tuloksia. Mittariston tuloksia tulee pystyä esittämään liikennevirastossa sekä VR:n esimiehille ja liikenteenohjaajille siten, siten että kaikki osapuolet ymmärtävät tulokset.

2. Ennustaminen:

Mittaristolla tulee pystyä ennustamaan kuormituksen muutoksia esimerkiksi tehtävien uudelleenorganisoinnin, uusien järjestelmien käyttöönoton ja poikkeuksellisten tilanteiden (mm. ratatyöt) yhteydessä. Näin pystyttäisiin organisoimaan työjärjestelyt muutostilanteissa etukäteen paremmin kuin nykyään.

3. Mittariston tulee toimia koko Suomessa:

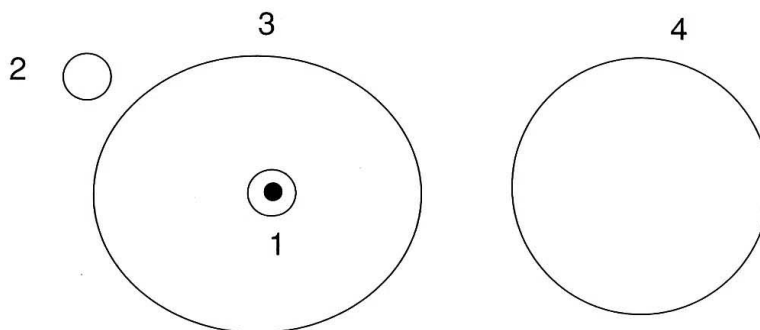
Mittaristoa voidaan käyttää eri ohjausalueilla huolimatta erilaisista ohjausjärjestelmistä tai muista vaihtelevista ominaisuuksista. Tällöin voidaan vertailla kuormittavuustasoja eri ohjauskeskusten välillä.

Mittariston käyttökelpoisuuden arvioimista varten on oltava edellä mainittujen vaatimusten lisäksi myös arviointikriteerejä. Mittaristoa arvioidaan tässä työssä seuraavilla pääasiallisilla arviointikriteereillä: validiteetti, reliabiliteetti, relevanttius sekä kustannustehokkuus.

Validiteetti kuvaa sitä, kuinka hyvin mittari pystyy mittaamaan juuri sitä asiaa, jota sen on tarkoitus mitata. Validi mittari mittaa mittauksen kohdetta riittävän harhattomasti. Kun validiteetti on heikko, poikkeavat mittaustulokset systemaattisesti oikeasta tuloksesta. Tämä voi johtua siitä, että jokin ilmiön osa-alue jää mittarissa huomioimatta tai mittaristo mittaa kokonaan väärää asiaa. (Laitinen 1998.)

Reliabiliteetti kuvaa mittarin luotettavuutta mittauksia toistettaessa. Reliaabeli mittari tuottaa toistetuissa mittauksissa samasta mittauskohteesta tarkkoja tuloksia, jotka eivät vaihtelee suurella skaalalla mittauskerrasta riippuen. (Laitinen 1998.)

Validiteetin ja reliabiliteetin arvioimisen avulla pyritään säätämään mittaria siten, että se antaa harhattomia ja tarkkoja mittaustuloksia (Kuva 27). Kuormittavuusmittariston tapauksessa validiteetin ja reliabiliteetin arvioiminen on ongelmallista, koska työn kuormittavuudella ei ole tarkkaa arvoa, vaan se on jokaisen työntekijän omakohtainen kokemus työn raskaudesta. On haasteellista arvioida, mittaako mittari juuri sitä asiaa jota halutaan mitata, jos mittauskohdetta ei pystytä määrittelemään yksiselitteisesti (Kujansivu ym. 2007.)



SELITYKSET:

• = Mittauksen kohde

1 = Harhaton ja tarkka tulosten jakauma

2 = Harhainen, mutta tarkka tulosten jakauma

3 = Harhaton, mutta epätarkka tulosten jakauma

4 = Harhainen ja epätarkka tulosten jakauma

Kuva 27 Mittarin validiteetti ja reliabiliteetti (Laitinen 1998).

5.3 Käytössä olevien mittaristojen analysointi

5.3.1 Itä-Suomen menetelmän analysointi

Itä-Suomen mittariston hyviä puolia ovat konkreettisuus sekä se, että siitä on käyttökokemusta. Menetelmän antaman tulokset ovat yksinkertaisia, eikä tarvitse olla mittariston asiantuntija ymmärtääkseen sen antamia tuloksia. Tuloksena on toimenpiteiden määrä tunnin aikana, minkä vaihtelun perusteella voidaan arvioida karkeasti myös kuormittavuuden muutoksia. Käyttökokemusta mittaristosta on Itä-Suomen ohjausalueella, jossa mittaristoa on kehitetty 2000 – luvun alusta lähtien.

Suurin puute mittaristossa on eri työtehtävien painokertoimien puuttuminen. Eri työtehtävien kuormittavuutta ei ole painotettu, vaan kaikki toimenpiteet samanarvoisia. Tämä tarkoittaa sitä, että pitkätkin puhelut ovat samanarvoisia toimenpiteiden kanssa, jotka vaativat vain napinpainalluksen tai yhden merkinnän junapäiväkirjaan. Pelkästään toimenpiteiden määrää mitattaessa ei oteta huomioon myöskään ohjaajien tekemää päänsisäistä työtä, jonka määrä ei kaikissa tilanteissa korreloi suoritettujen fyysisten työtehtävien määrän kanssa. Tämä aiheuttaa systemaattista harhaa tuloksissa.

Mittariston heikkoutena voidaan nähdä myös se, ettei menetelmä ole käytössä muualla kuin Itä-Suomen ohjausalueella, jolloin eri ohjauskeskusten välisiä kuormittavuuseroja ei pystytä arvioimaan. Mittaristoa ei ole otettu käyttöön muilla ohjausalueilla vedoten mm. painokertoimien puuttumiseen. Lisäksi menetelmästä puuttuu osittain tarkat ohjeet siitä, miten yksittäinen toimenpide kirjataan ylös. Täten eri mittaajien saamat tulokset eivät ole vertailukelpoisia, koska toimenpiteiden kirjaamisessa on saatettu käyttää erilaisia käytäntöjä. Menetelmän käyttöä vaikeuttaa myös se, että sen vaatimat kuormittavuusmittaukset ovat raskaita toteuttaa.

Itä-Suomen menetelmän vahvuudet ja puutteet/heikkoudet:

- + yksinkertaisuus
- + käyttökokemus
- painokertoimien puuttuminen
- ei ota huomioon päänsisäistä työtä
- ei ole käytössä muualla kuin Itä-Suomessa
- eri mittaajien saamat tulokset eivät ole vertailukelpoisia
- kuormittavuusmittaukset raskaita suorittaa.

5.3.2 Ulkomaalaisten menetelmien analysointi

Työn teoriaosuudessa esiteltiin ulkomaalaisista liikenteenohjauksen kuormittavuuden arviointiin tarkoitetuista menetelmistä englantilaiset ODEC (Operational Demand Evaluation Checklist), AAT (Active Analysis Tool) ja IWS (Integrated Workload Tool) sekä Eteläafrikkalainen menetelmä MWLI (Mental Workload Index) ja vielä kehitysasteella oleva

yhdyssvaltalainen menetelmä. Tämän tutkimuksen kannalta ulkomaalaiset esimerkitapaukset ovat tärkeitä, koska niistä saatiin tietoa erilaisista ratkaisumaista mittareiden kehittämiseen liittyvistä ongelmista kuten kuormitustekijöiden määrittämisestä ja painottamisesta.

Kaikkien mainittujen menetelmien kehittämistyö on lähtenyt liikenteenohjaajien työtehtävien kartoituksella. Network Railin (ODEC) ja Spoornetin (MWLI) tutkimuksissa työtehtävät jaoteltiin kirjallisuustutkimuksen, asiantuntijoiden haastatteluiden, ryhmätöiden (työpaja) ja liikenteenohjauspisteisiin suuntautuneiden tutustumiskäyntien perusteella. FRA:n tutkimuksessa edellä mainittujen keinojen lisäksi lähetettiin myös kyselylomakkeita liikenteenohjaajille ja liikenteenohjauksen asiantuntijoille. Suomessa ei ole tehty vastaavanlaista, tarkkaa tehtäväänalyysiä liikenteenohjauksen työtehtävistä. Teoriaosuuden perusteella voidaan todeta, että ennen mittariston kehittämistä on oleellista suorittaa tehtäväänalyysi, jossa työtehtävät kootaan listaksi ja niiden päällekkäisyydet puretaan. Työtehtävät tulee myös jakaa ryhmiin, jolloin eri työnosien kuormittavuutta voidaan arvioida. Itä-Suomen mittaristossa eri työtehtävät on jaettu työnosaryhmiin, joita voidaan käyttää työtehtävien ryhmittelyn pohjana.

Ulkomaalaisissa menetelmissä kuormitustekijöiden painotus on ratkaistu erilaisilla tavoilla. AAT mittaa eri työtehtäviin kuluva aikaa ja määrittelee kuormittavuuden työhön kuluvan ajan ja kokonaistyöajan suhteena 5 minuutin aikajaksoissa. Kuormitustekijöiden painotus on ratkaistu mittaamalla tehtävien toimenpiteiden määrän sijaan niihin kuluva aikaa. Tällöin painotusta ei tarvitse tehdä, koska tehtävään kuluva aika toimii painokertoimena. Työtehtävään kuluvan ajan mittaaminen aiheuttaa hankaluuksia kuormittavuusmittauksissa, jotka muuttuisivat raskaammiksi kuin laskettaessa suoritettujen toimenpiteiden määrää. Lisäksi mittaukset lähentyisivät työntutkimusta, jossa tarkastellaan yksittäisen työntekijän ajankäyttöä ja työn tekemistä.

AAT:n tukena englannissa käytetään IWS – menetelmää, jossa ohjaaja arvioi henkilökohtaisesti kuormittavuuden tasoa kullakin ajanjaksolla. Näin kuormittavuudesta saadaan kaksi arviota. Lisäksi ohjaaja voi arvioida myös päänsisäistä työtä, joka jää suoritettuja toimenpiteitä laskemalla huomioimatta, koska päänsisäinen kuormittavuus ei ole aina verrannollinen fyysisesti suoritettujen toimenpiteiden määrään, kuten teoriaosuudessa todettiin.

ODEC – menetelmässä arvioidaan työpisteen kokonaiskuormittavuutta laskemalla eri kuormitustekijöiden määrät. Kuormitustekijät koostuvat suoritettujen työtehtävien lisäksi myös ohjattavan alueen ominaisuuksista kuten asemien ja tasoristeysten määrästä. Esiintymismäärästä riippuen eri tekijät jakautuvat kuormittavuutta kuvaaviin kategorioihin *korkea*, *keskimääräinen* ja *matala*. Arviointi tehdään laskemalla kuinka monta prosenttia kuormitustekijöistä kuuluu kuhunkin kuormittavuuskategoriaan. Kuormittavimmilla tekijöillä on laskelmissa kaksi kertaa suurempi painoarvo kuin muilla.

Eteläafrikkalaisessa MWLI:ssä painotus on puolestaan toteutettu kertomalla kutakin kuormitustekijää kertoimilla (esimerkiksi eri työvuoroilla on omat kertoimet) ja painottamalla kuormitustekijät painokertoimilla niiden kuormittavuuden mukaan. Tuloksena on kullekin kuormituskertoimelle oma arvo, jotka lasketaan yhteen ja saadaan MWLI. Menetelmään on pyritty ottamaan mahdollisimman paljon kuormittavuuteen vaikuttavia tekijöitä, joiden perusteella kuormittavuutta pyritään arvioimaan tarkasti monimutkaisten laskujen tuloksena saatavalla luvulla.

Yhteenvetona esimerkkeinä olleista mittaristoista voi todeta sen, että työn kuormittavuutta voidaan mitata hyvin erilaisilla menetelmillä, joiden käytettävyys vaihtelee. Mikään niistä ei anna ”oikeaa” arvoa kuormittavuuden tasosta, mutta arvion luotettavuutta voidaan parantaa mittaamalla kuormittavuutta usealla eri menetelmällä. Esimerkiksi käyttämällä subjektiivista arviointimenetelmää toimenpiteisiin perustuvan arviointimenetelmän rinnalla saadaan kaksi arviota kuormittavuudesta, jolloin arvioinnin luotettavuus parantuu. Mittauksissa käytettävät menetelmät tulee valita siten, että ne soveltuvat mittauskohteeseen ja täyttävät mittarille asetetut tavoitteet.

Mainituista menetelmistä AAT on eniten Suomen liikenteenohjauksen tarpeisiin kehitettävän menetelmän kaltainen, koska menetelmä perustuu toimenpiteiden laskemiseen ja sillä voidaan määrittää kuormittavuuden vaihtelut eri vuorokauden aikoina. AAT:ssa tulokset on esitetty selkeässä graafisessa muodossa, josta voidaan kehitettävään mittaristoon mallia. Mittauksista saadut tiedot syötetään Excel – taulukkoon, joiden perusteella ohjelma piirtää automaattisesti kuormittavuuden vaihtelua eri mittausaikoina kuvaavan pylväskaavion. Kaaviossa näkyy kokonaiskuormittavuuden lisäksi yksittäisten kuormitustekijöiden aiheuttama kuormittavuus eri ajanjaksoina.

Suomessa kuormitustekijöiden painottamista ei ole järkevää suorittaa AAT:n tapaan laskemalla eri toimenpiteisiin kuluva aikaa, koska se tuottaisi ongelmia kuormittavuusmittauksiin. Painotuksen esimerkkitapauksina voidaan sen sijaan käyttää ODEC- ja MWLI – menetelmien painotusratkaisuja, vaikka kyseiset menetelmät eivät mittaa ohjauspöydän kuormittavuuden vaihteluita, vaan antavat yleisen arvion pöydän kuormittavuudesta. MWLI – menetelmässä kuormittavuutta mitataan tarkasti ja siinä pyritään ottamaan huomioon kaikki kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät. Eri työtehtävien osuus kokonaiskuormittavuuteen on painotettu, jonka lisäksi eri työtehtävien määrää kerrotaan tehtävän kuormittavuuden mukaan määritellyllä kertoimella. Suomessa näin tarkkaan tarkasteluun ei ole tarvetta ryhtyä vaan tarkoituksenmukaisempi lähestymistapa on ODEC – menetelmän karkeampi painotusratkaisu, jossa kuormittavammaksi määriteltyjen työtehtävien vaikutus kokonaiskuormittavuuteen määritetty on kaksi kertaa niin suureksi kuin muiden työtehtävien.

5.4 Kehitettävän mittariston määrittely

5.4.1 Mittausmenetelmän valinta

Teoriaosuuden perusteella voidaan todeta, että liikenteenohjauksessa kuormittavuutta on vaikea mitata seuraavista syistä johtuen:

- kuormittavuus ei ole tarkasti mitattavissa, koska kuormittavuus on henkilökohtainen tunne työn raskaudesta ja jokainen kokee kuormittavuuden tavallaan
- liikenteenohjaus on suurelta osin päänsisällä tapahtuvaa toimintaa, jonka määrää on vaikea arvioida
- työntekijöiden henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat kuormittavuuteen
- kuormittavuutta ei voida arvioida tarkasti yhden päivän mittauksen perusteella, sillä kuormittavuus vaihtelee jatkuvasti. Päivät ovat erilaisia ja vaihtelua aiheuttavat: sää, vuodenaika, liikennetilanne eri viikonpäivinä/päivänaikoina, häiriöt, ratatyöt jne.

Työn kuormittavuuden arviointiin on kehitetty useita menetelmiä, joista mittauksissa käytettävä menetelmä voidaan valita. Kirjallisuustutkimuksen perusteella kolme yleisimmin käytettyä tapaa mitata kuormittavuutta ovat subjektiivinen arvio, kuormittavuuden mittaaminen suoritettujen toimenpiteiden perusteella sekä fysiologiset mittaukset. Yleensä mittauksissa käytetään apuna useaa eri mittausmenetelmää, jotta saadaan arvioita kuormittavuuden tasosta monesta eri näkökulmasta ja monella eri tavalla, jolloin tulokset ovat luotettavampia kuin käytettäessä yksittäistä mittaristoa.

Luonnollisin tapa mitata työn kuormittavuutta on subjektiivinen arviointi, jossa työntekijä henkilökohtaisesti arvioi kokemaansa työn kuormittavuutta. Henkilökohtaisen arvioinnin täytyy olla liikenteenohjauksen tapauksessa yksinkertainen ja nopea, jottei sen tekeminen haittaa liikenteenohjausta. Yksinkertaisella subjektiivisella menetelmällä ei kuitenkaan saada arvioitua mitkä tekijät vaikuttavat kuormittavuuden vaihteluun. Täten omakohtaisen arvioinnin tueksi tarvitaan myös toinen arvio, jonka tuloksista voidaan päätellä kuormittavuutta aiheuttavat tekijät.

Toinen yleisesti käytetty tapa mitata kuormittavuutta on toimenpiteiden määrän tutkiminen. Tällöin ajatellaan toimenpiteiden määrän olevan verrannollinen työn kuormittavuuteen, eli mitä enemmän töitä henkilö tekee, sitä kuormittuneempi hän on. Tällaisia menetelmiä ovat esimerkiksi Itä-Suomessa käytössä oleva mittaristo sekä teoriaosiossa esitelty Network Railin AAT. Näissä menetelmissä työtehtävät on jaettu tehtäväryhmiin, jolloin työtehtävien määrän jakautumisesta eri ryhmiin voidaan päätellä, mistä tehtävistä aiheutuu kuormitusta eniten.

Kolmantena mahdollisena menetelmänä mitata kuormittavuutta on kirjallisuustutkimuksen perusteella fysiologiset menetelmät, joissa perusolettamuksena on se, että työn kuormittavuuden muutokset näkyvät työntekijän ruumiintoiminnoissa. Täten kuormittavuuden muutoksia voidaan arvioida mittaamalla mm. sykettä tai veren

kortisolipitoisuutta (stressihormonipitoisuutta). Fysiologiset menetelmät ovat kuitenkin hankalia ja kalliita toteuttaa.

Tässä työssä kehitettävän mittariston pohjana käytetään Itä-Suomen mittaristoa, joka perustuu toimenpiteiden määrän mittaamiseen. Kyseisen menetelmästä on vuosien käyttökokemus Itä-Suomesta ja se sopii VR:n ja Liikenneviraston tarpeisiin. Tästä johtuen ei ole tarpeellista kehittää kokonaan uutta menetelmää, vaan Itä-Suomen menetelmää arvioidaan ja parannetaan työpajassa tulevien kommenttien sekä teoriaosion perusteella.

Mittaristo olisi helppoa toteuttaa AAT:n mukaisesti mittaamalla toimenpiteiden määrän sijasta niihin kuluva aikaa. Tällöin tehtävien painotusta ei tarvitsisi tehdä erikseen, vaan kuormittavuus määräytyisi eri toimenpiteisiin kuluvan ajan perusteella. Kyseinen ratkaisu ei kuitenkaan sovi Suomeen, koska mittaristoa kehitetään VR:n ja Liikenneviraston käyttöä varten. Toimenpiteiden keston mittaaminen olisi vaivalloista ja mittariston käyttöä varten tehtävät mittaukset lähenisivät työntutkimusta, jossa tarkastellaan yksittäisen työntekijän ajankäyttöä ja työn tekemistä. Mainituista syistä johtuen mittariston toteuttamistavaksi valittiin toimenpiteiden määrän laskeminen ja niiden painottaminen kertoimilla.

Kehitettävään mittaristoon otetaan mukaan AAT:n tapaan toimenpiteiden määrän mittaamisen lisäksi ohjaajan subjektiivinen arvio kuormittavuudesta. Näin saadaan kaksi eri arviota kuormittavuudesta. Toimenpiteiden määrää laskettaessa päänsisäinen työ pyritään ottamaan huomioon tehtäväryhmien painokertoimien avulla, mutta myös subjektiivinen arvio on tarpeen, jotta voidaan olla varmempia siitä, että mittaristo antaa oikeansuuntaisia tuloksia. Lisäksi subjektiivisen arvioinnin etuna on se, että ohjaajat pääsevät itse arvioimaan kuormittavuuden tasoa, mikä todennäköisesti vähentää epäilyksiä mittauksia kohtaan, kun kuormittavuutta ei arvioida pelkästään toimenpiteiden perusteella.

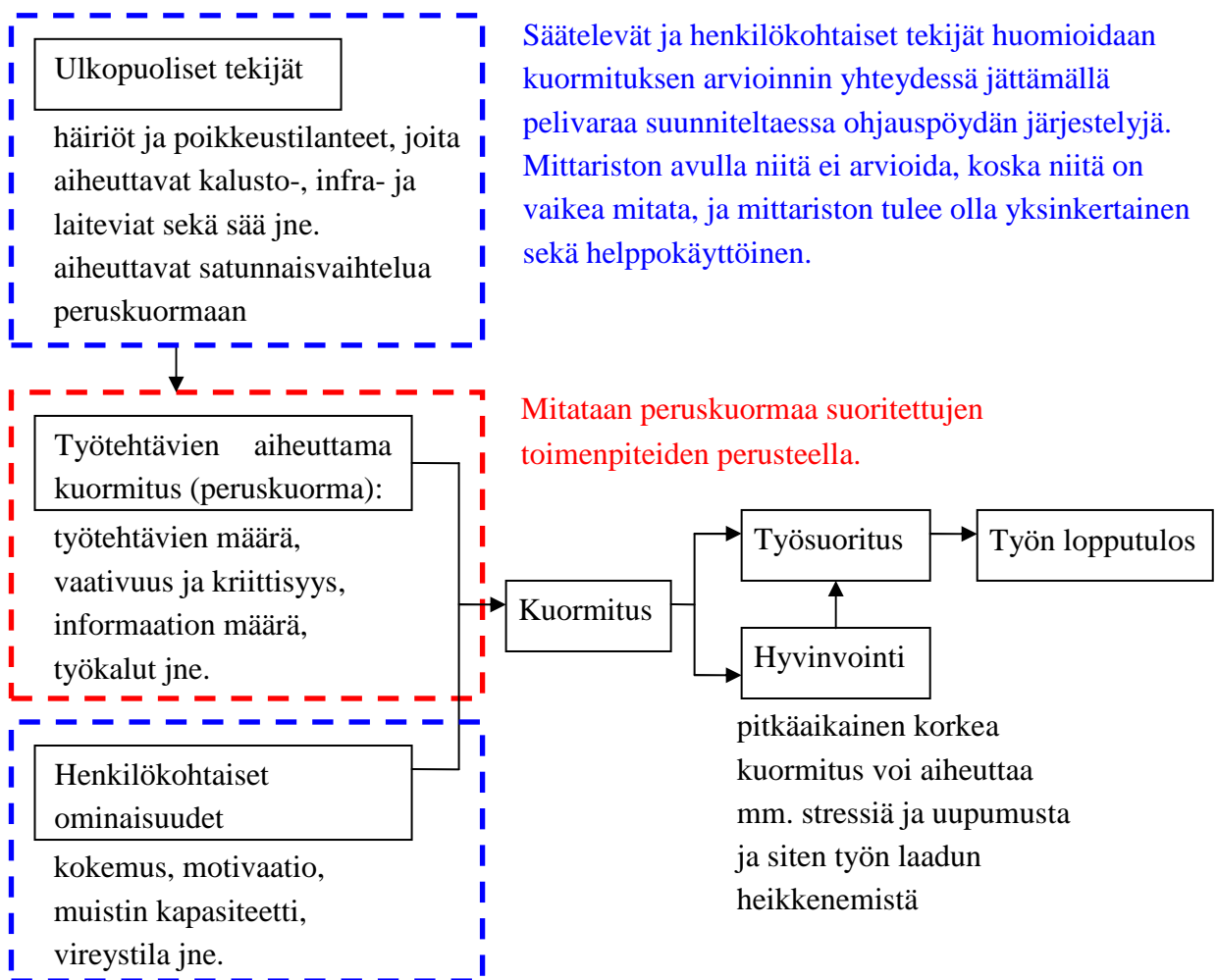
5.4.2 Mittausmenetelmän kuvaus

Jos mittaristossa pyritään ottamaan huomioon tarkasti laaja valikoima kuormitustekijöitä, tulee mittaristosta helposti monimutkainen ja vaikeakäyttöinen. Tarkkaan kuormittavuuden arvoon ei ole järkevää pyrkiä arvioinnissa myöskään siitä syystä, että kuormittavuudella ei ole yhtä oikeaa arvoa, vaan sen taso vaihtelee työntekijöiden välillä sekä liikennetilanteen mukaan. Kehitettävään mittaristoon sopii lähestymistapa, jossa mittariston tavoitteena on antaa karkea arvio työn kuormittavuudesta.

Toimenpiteiden määrän laskemiseen perustuvalla menetelmällä pyritään mittaamaan edellä mainituista syistä johtuen vain työtehtävien aiheuttamaa kuormitusta (Kuva 28). Työntekijän henkilökohtaiset ominaisuudet sekä mahdolliset häiriöistä aiheutuvat kuormituspiikit otetaan huomioon työpisteiden suunnittelua tehtäessä jättämällä kuormituksen yläpäähän toleranssia lyhytkestoista kuormittavuuden nousua varten. Tällöin ohjaajilla jää kapasiteettia suoriutua ennakoimattomista työn kuormittavuuden muutoksista. Mittariston käytön tavoitteena on

löytää sopiva kuormitustaso, jossa liikenteenohjaaja suoriutuu tehtävistään, eikä pitkäaikaisia korkean kuormituksen jaksoja synny. Toisaalta työkuormitus ei saisi laskea pitkäksi aikaa niin matalaksi, että ohjaaja tylsistyy.

Kehitettävässä menetelmässä kuormittavuutta arvioidaan toimenpiteiden määrällä tunnin aikana. Eri toimenpiteiden määriä painotetaan niiden vaikeusasteen ja niihin kuluvan ajan perusteella. Esimerkiksi yksi puhelu saattaa kestää huomattavasti pidempään kuin yksittäinen junakulkutien turvaaminen, joten ne eivät ole yhtä kuormittavia yksittäisinä toimenpiteinä. Mittariston tulokset kuvaavat kuormittavuuden vaihtelua eri vuorokauden aikoina sekä tekijöitä, joista kuormitus koostuu.



Kuva 28 Kuormittavuuden mittaaminen mittaristolla.

Koska mittariston tulee esittää kuormittavuuden vaihtelut tunneittain eri vuorokaudenaikoina, täytyy mittariston käyttöä varten tehtävät mittaukset tehdä koko vuorokauden ajalta. Mittaaja tarkkailee liikenteenohjaajan vieressä työnkulkua ja kirjaa eri toimenpiteiden määrät ylös tunneittain. Mittaukset on pyrittävä suorittamaan sellaisena ajankohtana, jolloin liikennetilanteessa ei ole suuria eroavaisuuksia ”normaalitilanteeseen”, jossa liikenne sujuu aikataulun mukaisesti. Esimerkkinä tällaisesta poikkeustilanteesta, jolloin mittauksia ei tule

suorittaa on Pieksämäellä tehdyt mittaukset 10.3.2010, jolloin puolet normaalitilanteen tavarajunaliikenteestä oli peruttu ahtaajien lakon vuoksi.

Tässä työssä tutkitaan edellä mainitun perinteisen mittausmenetelmän lisäksi vaihtoehtoista mittausmenetelmää, jolla työpisteen kuormittavuutta voidaan arvioida ilman raskaita mittauksia. Arviointi tapahtuu junapäiväkirjasta arvioimalla sekä digora – puhelimen puhelutietojen perusteella. Uuden mittausmenetelmän kehittäminen liittyy myös siihen, että mittaristoa tullaan käyttämään myös käyttötarkoituksiin, joissa tulevien toimenpiteiden määrää ei tiedetä. Esimerkiksi suuret ratatyöt saattavat aiheuttaa uusia järjestelyitä liikenteenohjauksessa. Tällaisissa tapauksissa työtoimenpiteiden määrän muutos on pyrittävä arvioimaan ja käytettävä mittaristoa näiden arvioiden perusteella.

Mittaristosta saatuihin tuloksiin ei voida suhtautua kritiikittömästi, vaan tuloksia tarkasteltaessa tulee pohtia, onko jokin tekijä aiheuttanut tuloksiin harhaa ja kuuvavatko tulokset kyseisen pisteen kuormittavuutta totuudenmukaisesti. Mittariston tarkoituksena ei ole antaa työn kuormittavuudelle tarkkaa arvoa, jonka perusteella määritetään työvoiman tarve eri työpisteissä, vaan tuloksen tulee olla suuntaa-antava arvo työpisteen liikenteenohjaajalta vaatimasta työmäärästä (peruskuorma). Tällöin mittaristo toimii päätöksenteon tukena, ei määräävänä tekijänä.

Mittariston antaman tuloksen tueksi pyydetään ohjaajilta subjektiivinen arvio mittauksen kohteena olevan ohjauspöydän kuormittavuudesta. Ohjaajat arvioivat työpöydän kuormittavuutta tarkoitusta varten kehitettävän arviointilomakkeen avulla. Arvioiden perusteella voidaan päätellä antaako mittaristo oikeansuuntaisia tuloksia työpisteen kuormittavuudesta.

6 UUDEN MITTARISTON KEHITTÄMINEN JA ARVIOINTI

6.1 Mittariston kehittämisen vaiheet

Mittariston kehittäminen toteutettiin noudattaen seuraavaa järjestystä:

1. Työtehtäviin perehtyminen
2. Kuormitustekijöiden määrittely (tehtäväanalyysi)
3. Kuormitustekijöiden painottaminen
4. Mittariston testaus ja parannustoimet
5. Mittariston arviointi.

Tämä työ aloitettiin perehtymällä liikenteenohjaajien työn kuormittavuuteen teoriaosuudessa, sillä mitattava ilmiö tai asia täytyy tuntea ennen kuin mittaria voidaan lähteä kehittämään. Teoriaosuutta varten luettiin kirjallisuutta liittyen työn kuormittavuuteen sekä rautateiden liikenteenohjaukseen. Tietoa kerättiin myös haastatteleamalla rautateiden liikenteenohjauksen asiantuntijoita sekä tarkkailemalla liikenteenohjaajia työssään eri liikenteenohjauskeskuksissa.

Kuormittavuuden arviointimenetelmän kehittäminen aloitettiin analysoimalla eri työtehtävien aiheuttamaa kuormitusta. Työtehtävien analyysi tehtiin työpajassa yhteistyössä työpajaan osallistuneiden liikenteenohjaajien sekä liikenteenohjauksen esimiesten kanssa. Tehtäväanalyysissa työtehtävät jaettiin työkokonaisuuksiin (kulkuteiden turvaaminen, dokumentointi, matkustajainformaatio jne.) sekä päätettiin mihin ryhmään yksittäiset työtehtävät kuuluvat, jotta vältetään päällekkäisyyksiltä.

Mittariston painottaminen aloitettiin työpajassa, jossa eri työtehtäväryhmät jaettiin kuormittavuuden perusteella kolmen eri kuormittavuuskategoriaan (”korkea”, ”keskimääräinen” ja ”matala” kuormitus). Työpajan perusteella kehitettiin alustava kuormittavuusmittaristo, jota testattiin käytännössä Pieksämäen, Tampereen ja Helsingin testimittauksissa. Alustavan mittariston työtehtäväryhmiä ja yksittäisten toimenpiteiden määrittelyä muokattiin testimittauksista saadun kokemuksen perusteella. Lopulliset painoarvot määritettiin syöttämällä mittaristoon testimittauksissa sekä Itä-Suomen mittaristolla aikaisemmin tehdyissä mittauksissa lasketut toimenpidemäärät. Näillä toimenpidemäärillä testattiin erilaisia painokertoimia ja arvioitiin, mikä painotusvaihtoehdoista kuvaa parhaiten yksittäisten työtehtäväryhmien aiheuttaman kuormituksen suhdetta kokonaiskuormitukseen.

Tässä luvussa käydään läpi myös subjektiivisen kuormittavuuden kehittämisen vaiheet. Alustava subjektiivinen arviointimenetelmä kehitettiin testimittauksiin englantilaisen IWS – menetelmän pohjalta, mutta sitä muutettiin yksinkertaisemmaksi testimittauksista saatujen kokemusten perusteella. Tämän työn puitteissa testattiin lisäksi toimenpidemäärän laskentamenetelmää, jossa ei tarvita mittaajaa kirjaamaan liikenteenohjaajan suorittamia

toimenpiteitä, vaan tiedot kerätään junapäiväkirjan perusteella sekä Corenet Oy:ltä tilattavista puhelutiedoista.

6.2 Alustavan mittariston kehittäminen

6.2.1 Työskentelytavan valinta ja valmistautuminen

Tehtäväanalyysin ja kuormitustekijöiden painotuksen voi tehdä monella eri tavalla. Teoriaosuudessa mainituissa ulkomaalaisissa tutkimuksissa on käytetty mm. työpaja – työskentelyä ja kyselyitä. Työpajassa liikenteenohjauksen asiantuntijat pohtivat ryhmässä ratkaisua ongelmaan, kun taas kyselyissä jokaiselta asiantuntijalta kysytään erikseen mielipidettä ongelman ratkaisemiseksi. Tässä työssä katsottiin järkevämmäksi toteuttaa mittariston kehittäminen työpajassa yhdessä ohjaajien ja liikenteenohjauksen esimiesten kanssa, jolloin mittaristo tulee samalla tutuksi ohjausalueiden edustajille. Tämä on tärkeää etenkin niiden ohjausalueiden kannalta, joissa vastaavaa mittaristoa ei ole ollut vielä käytössä, sillä tavoitteena on kehittää koko Suomessa käytettävä mittaristo. Tästä johtuen kaikkia ohjausalueita on tärkeää informoida etukäteen tulevasta uudesta työkalusta, jottei se tule yllätyksenä. Työpajan etuna on myös se, että liikenteenohjaajat pääsevät osaksi kehittämisprosessia, jolloin mittariston vastaanotto ohjaajien keskuudessa on positiivisempi kuin silloin, jos mittaristo olisi kehitetty kysymättä heidän apuaan.

Työpajaan kutsuttiin VR:n liikenteenohjaajia ja liikenteenohjauksen esimiehiä jokaiselta ohjausalueelta, jolloin mittariston kehittämistä varten saatiin arvokasta kokemuseräistä tietoa. Osallistujille lähetettiin kutsun mukana tietopaketti, jossa kerrottiin tämän työn taustoista, teoriaosuuden tuloksista sekä työpajan tarkoituksesta ja toteuttamistavasta.

6.2.2 Työpaja

Työpaja järjestettiin torstaina 20.5.2010 Liikenneviraston Kaivokadun toimistolla klo 10–15.30 välisenä aikana. Työpajan aluksi pidettiin alustus, jossa kerrottiin työpajan kulusta, työn taustoista ja esiteltiin tämän työn teoriaosuudesta saatuja tuloksia. Työpajassa oli mukana liikenteenohjauksen esimiehiä jokaiselta ohjausalueelta Helsinkiä lukuun ottamatta, josta paikalla oli vain liikenteenohjaajien edustaja. Työpajan osallistujalista on liitteenä 1.

Päivän aikana tehtiin kaksi ryhmätyötä: tehtäväanalyysi ja kuormitustekijöiden painottaminen. *Ensimmäisessä ryhmätyössä* ohjaajien tehtävänä oli määrittää kuormittavuusmittaristoon mukaan otettavat työtehtävät, järjestää ne työtehtäväryhmiin ja nimetä termit eri työtehtäville mittaristossa, jotta kaikissa ohjauspiireissä eri työosien sisältämät toimenpiteet ymmärretään samalla tavoin.

Tätä ryhmätyötä varten oli ryhmille tulostettu Itä-Suomen mittariston työtehtäväryhmien jaottelu. Ryhmätöiden pohjalta työtehtäväryhmiin tuli muutoksia. Osa vanhoista ryhmistä yhdistettiin toisien ryhmien alle. Uutena ryhmänä otettiin mukaan muut työt – ryhmä, jossa

ovat tehtävät, jotka eivät sovi muiden otsakkeiden alle. Junaturvallisuusilmoitukset – ryhmän nimi muutettiin nykyaikaisempaan muotoon Liikenteenohjausilmoitukset. Viestiliikenne – ryhmän nimi muutettiin muotoon viestiliikenne/ liikenneviestintä, jolloin se kuvaa paremmin ryhmään sijoitettavia tehtäviä. Lisäksi toista ryhmätyötä tehtäessä turvatut junakulkutiet – ryhmä jaettiin kahteen osaan, koska yksiraiteisilla rataosuuksilla junakulkuteitä turvatessa joudutaan miettimään tarkemmin junien kohtauspaikat kuin moniraiteisilla osuuksilla. Täten kuormituskertoimia määritettäessä voidaan ottaa huomioon saman tehtävän erilainen kuormittavuus eri rataosuuksilla. Uudet työtehtäväryhmät on esitelty tarkasti liitteessä 2 sekä lyhyemmin seuraavassa listauksessa:

- Turvatut junakulkutiet (1-raiteisilla osuuksilla)
- Turvatut junakulkutiet (2- tai useampiraiteisilla osuuksilla)
- Vaihtotyö
- Viestiliikenne / liikenneviestintä
- Liikenteenohjausilmoitukset
- Matkustajainfo
- Dokumentointi
- Ratatyö
- Muu työ.

Ryhmätyön pohjalta kirjattiin ylös yhteensä 33 eri työtehtävää, jotka sijoituivat eri työtehtäväryhmiin. Eri tehtäville annettiin niitä kuvaavat nimet ja lisättiin selvennykset kohtiin, joissa saattaisi tulla sekaannuksia. Asiantuntijat havaitsivat, että osa tehtävistä voi kuulua moneen eri tehtäväryhmään. Esimerkiksi samat toimenpiteet viestintään liittyen voisivat kuulua otsakkeen ”Viestiliikenne / liikenneviestintä”, ”Ratatyö” tai ”Vaihtotyö” alle. Lisäksi esiin nousi työtehtäviä, joiden määrää ei voida mitata. Tällaisia tehtäviä on esimerkiksi liikenteensuunnittelu, joka tapahtuu päänsisällä. Tästä johtuen mittaristoon päätettiin ottaa mukaan ohjaajan oma arvio kuormittavuudesta, jolloin saadaan arvio myös päänsisäisen työn määrästä, joka ei näy mitattaessa toteutettujen toimenpiteiden määrää.

Toisen ryhmätyön tarkoituksena oli painottaa eri tehtäväryhmät näiden kuormittavuuden mukaan. Tämä ryhmätyö koostui kahdesta osasta. Ensin asiantuntijat asettivat tehtäväryhmät järjestykseen kuormittavimmasta vähiten kuormittavaan ja jakoivat tehtäväryhmät 3 eri kuormittavuuskategoriaan ”paljon”, ”keskimääräisesti” ja ”vähän” kuormittaviin tehtäviin. Ensiksi eri kategorioihin sijoitettiin tehtäväryhmät, jonka kaikki ryhmät olivat arvioineet kuuluvan samaan kategoriaan. Tämän jälkeen neuvoteltiin mihin kategoriaan loput tehtäväryhmät sijoittuvat. Neuvottelujen lopputuloksena työtehtäväryhmät saatiin sijoitettua kolmeen eri kategoriaan seuraavasti:

- **Korkea:** ratatyö ja liikenteenohjausilmoitukset
- **Keskimääräinen:** turvatut junakulkutiet (1-raiteisilla osuuksilla), matkustajainfo, viestiliikenne / liikenneviestintä, vaihtotyö ja muu työ
- **Matala:** dokumentointi ja turvatut junakulkutiet (2- tai useampiraiteisilla osuuksilla).

Yksi ryhmistä ymmärsi tehtävänannon toisin ja arvioi eri työtehtäväryhmien kuormittavuutta sen perusteella kuinka usein niitä esiintyy päivän aikana, vaikka tarkoituksena oli pohtia pelkästään yksittäisen tehtävän kuormittavuutta. Esimerkiksi junakulkuteiden turvaamisesta aiheutuva kuormitus johtuu siitä, että tehtävä joudutaan toistamaan usein. Yksittäinen junakulkutien turvaaminen ei sinällään ole kuormittava toimenpide. Työtehtävämäärät otetaankin mittaristossa huomioon laskemalla toimenpiteiden määrät ja painottamalla tätä määrää työtehtävälle annetulla painokertoimella, joka kertoo yksittäisen toimenpiteen kuormittavuudesta. Tällä tavoin saadaan otettua huomioon erilaiset ohjausjärjestelmät. Osassa ohjausjärjestelmistä junakulkutietä turvattaessa täytyy säätää jokaiseen vaihteen asento erikseen, kun taas toisissa järjestelmissä kulkutie voidaan turvata yhdellä napinpainalluksella automatiikan ansiosta. Toimenpiteiden määrää laskettaessa automatiikan käytöstä kirjataan yksi toimenpide ja manuaalisesta kulkutien turvaamisesta (ml. tilanteet, joissa automatiikka on jouduttu kytkemään pois päältä) kirjataan ylös kaikki toimenpiteet. Väittelyä aiheutti myös junakulkuteiden turvaamisen kuormittavuuden tason ero yksi – ja useampiraiteisien rataosuuksien välillä. Tästä johtuen kyseinen tehtäväryhmä jaettiin kahteen osaan, joille annettiin eri kuormittavuuskertoimet.

Toisen ryhmätyön jälkimmäisessä vaiheessa ryhmät arvioivat kategorioihin kuuluvien tehtäväryhmien kuormittavuutta toisiinsa asteikolla 1-10. Tämä vaihe jouduttiin tekemään kiireessä, koska työpajaan varattu aika loppui kesken. Lisäksi kuormittavuutta oli vaikea arvioida, koska asteikolla ei ollut yhteyttä käytäntöön. Tuloksista ei näistä syistä johtuen pystytty vetämään syvällisiä johtopäätöksiä.

	<i>Ryhmä 1</i>	<i>Ryhmä 2</i>	<i>Ryhmä 3</i>
<i>Korkea</i>	8	10	10
<i>Keskimääräinen</i>	6	5	5
<i>Matala</i>	3	1	2

Vaikka alustavia kuormituskertoimia ei saatu määritettyä, työpajassa saatiin tilaisuuden päätavoite täytettyä. Tärkeintä oli saada työtehtävät jaettua tehtäväryhmiin ja arvioitua tehtäväryhmien välistä eroa kuormittavuudessa. Lisäksi tilaisuudessa saatiin liikenteenohjaajien asiantuntijoiden kommentteja ja hyödyllisiä vinkkejä sekä esiteltä mittariston toimintaa eri ohjausalueiden edustajille. Kuormituskertoimet määritettiin tarkemmin testausmittausten tulosten perusteella.

6.2.3 Alustavan subjektiivisen arviointimenetelmän kehittäminen

Kuormittavuudesta saadaan luotettavampi arvio, kun sitä mitataan usealla mittarilla, eikä esimerkiksi arvioimalla kuormittavuutta pelkästään fyysisten toimenpiteiden määrän avulla, joka ei aina ole verrannollinen kognitiivisen työn määrään. Lisäksi työn kuormittavuudelle on mahdotonta määrittää ”oikeaa” arvoa, koska ihmiset kokevat työtehtävistä aiheutuvan kuormituksen kukin omalla tavallaan. Tästä johtuen yksinkertaisin tapa mitata työn kuormittavuutta on työntekijän omakohtainen arviointi. Myös tässä työssä päätettiin kehittää

mitatriston tueksi subjektiivinen kuormittavuuden arviointimenetelmä. Seuraavissa kappaleissa esitetään alustavan subjektiivisen menetelmän kehittämisprosessi.

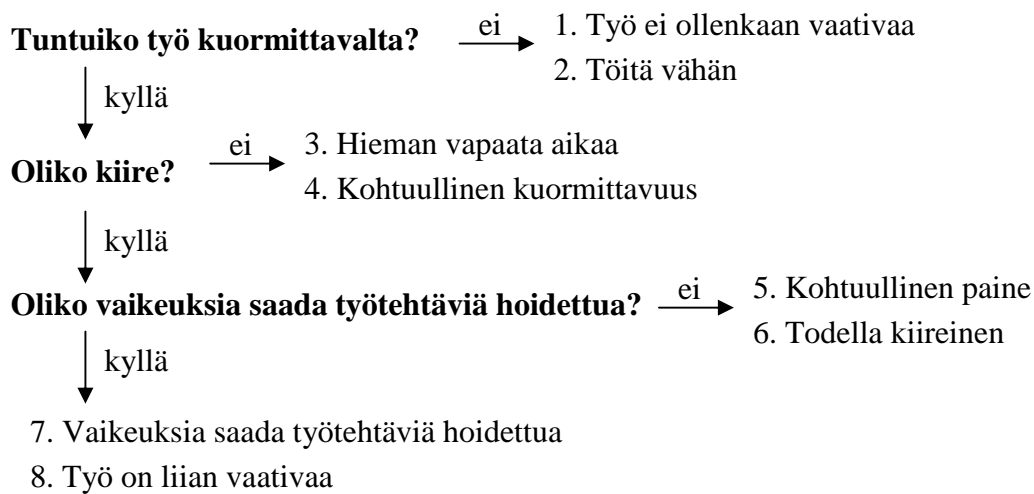
Kuten luvussa 3.4.2 Kognitiivisen kuormituksen mittausmenetelmät todettiin, yksi yleisimmistä tavoista toteuttaa subjektiivinen työn kuormittavuusarviointi on Cooper-Harper scale tyylinen menetelmä, jossa kuormittavuutta arvioidaan esimerkiksi asteikolla 1-10. Toinen yleisesti käytetty menetelmäryhmä työn kuormittavuuden subjektiiviseen arviointiin ovat NASA TLX tyyppin menetelmät. Näissä kuormittavuuden eri osia, kuten työn fyysinen kuormittavuus, työn kognitiivinen kuormittavuus ja turhautuminen, arvioidaan Cooper-Harper tyyllisellä asteikolla.

Alustavan subjektiivisen arviointimenetelmän esikuvana toimi teoriaosuudessa esitelty Englannin Network Railin kehittämä IWS – menetelmä, joka on rautateiden liikenteenohjaukseen muokattu versio eri aloilla paljon käytetyistä Cooper-Harper asteikoista. IWS:ssä kuormittavuutta arvioidaan asteikolla 1-9 ja tulokset voidaan esittää samassa taulukossa toimenpiteiden määrään perustuvan menetelmän tuloksien kanssa.

Subjektiivisen arviointimenetelmän kehittämisen lähtökohtana oli se, että ohjaaja pystyy antamaan kunkin tarkkailutunnin jälkeen arvion työn kuormittavuudesta siten, ettei se häiritse liikenteenohjausta. Menetelmä ei saa olla liian yksinkertainen, vaan sen avulla tulee pystyä erottamaan kuormittavuuden vaihtelut. Arviointiasteikolla pitää olla tarpeeksi valinnanvaraa, jotta kuormittavuuden vaihtelut saadaan selvitettyä. Toisaalta vaihtoehtoja ei saa olla liikaa, jotta liikenteenohjaajien ensisijaisten työtehtävien hoitaminen ei häiriintyisi. Menetelmää kehitettäessä päädyttiin lopulta seuraavaan asteikkoon:

1. **Työ ei ollenkaan vaativaa:** töitä ei ole juuri lainkaan
2. **Töitä vähän:** töitä on vähän, ohjaaja tylsistyy
3. **Hieman vapaata aikaa:** töitä on, mutta aikaa jää toissijaisten tehtävien hoitamiseen
4. **Kohtuullinen kuormittavuus:** työ on vaativaa, mutta siitä selviää kohtuullisella työpanoksella
5. **Kohtuullinen paine:** työtehtävät aiheuttavat paineita ohjaajalle ja hän joutuu keskittymään saadakseen kaiken tarpeellisen tehdyksi
6. **Todella kiireinen:** töitä on todella paljon, mutta ohjaaja ehtii silti hoitamaan tehtävänsä
7. **Vaikeuksia saada töitä tehtyä:** töitä on todella paljon, ohjaajalla vaikeuksia saada kaikki tehtävät suoritettua
8. **Työ on liian vaativaa:** työtehtäviä liikaa, eikä niitä ehditä suorittamaan.

Asteikolle kehitettiin lisäksi kolme apukysymystä, jotta liikenteenohjaaja löytää nopeasti sopivimman kahdeksasta vaihtoehdosta. Kysymyksiin vastataan kyllä tai ei, ja vastauksen perusteella määräytyy se, mistä kahdesta vaihtoehdoista ohjaaja valitsee kuormittavuutta kuvaavan tason (Kuva 29).



Kuva 29 Alustavan subjektiivisen menetelmän apukysymykset.

Alustavaa subjektiivista arviointimenetelmää testattiin testimittauksissa Pieksämäellä, Tampereella ja Helsingissä. Myöhemmin menetelmää päätettiin kuitenkin muuttaa yksinkertaisemmaksi. Tarkemmin muutokset ja syyt niihin esitellään alaluvussa 6.3.7 Lopullisen subjektiivisen arviointimenetelmän kehittäminen.

6.3 Kuormitustekijöiden painottaminen ja mittariston viimeistely

6.3.1 Painoarvojen määrittäminen

Kuormitustekijöiden painottaminen ei ole yksinkertainen tehtävä, sillä kuormittavuudella ei ole oikeaa arvoa ja jokainen kokee sen omalla tavallaan. Kehitettävä mittaristo päätettiin kuitenkin tehdä painottamalla suoritettujen toimenpiteiden määrää kertoimilla, jotka kuvaavat kunkin yksittäisen tehtävän kuormittavuutta. Tuloksena on kuormitusluku, joka kertoo mittauskohteena olevan ohjauspöydän kuormittavuudesta.

Tässä työssä tutkittiin useita vaihtoehtoja toteuttaa kuormituskertoimien määrittäminen. Yksi vaihtoehtoista oli tilata laaja aineisto mittaustuloksia eri liikenteenohjauskeskuksista. Toinen vaihtoehto oli käyttää painotuksen apuna VR:n koulutuskeskuksen (VRKK) liikenteenohjaussimulaattoria, jolla voitaisiin tutkia mittariston erilaisia liikennetilanteita. Mainitut menetelmät osoittautuivat kuitenkin liian suuritoisiksi ja aikaavieviksi toteutettavaksi tämän työn puitteissa. Lopulta kuormituskertoimien määrittämistä varten päädyttiin tekemään 4 tunnin testimittaukset Pieksämäellä, Tampereella ja Helsingin Linnunlaulussa. Lisäksi aineistona oli Itä-Suomen mittaristolla aikaisemmin tehtyjen mittausten tuloksia. Kuormituskertoimien määrittäminen tapahtui työpajassa ja testimittauksista saadun tiedon sekä vanhojen mittaustulosten pohjalta.

6.3.2 Painotusta varten tehdyt testimittaukset

Kuormitustekijöiden painotusta varten tehtiin testimittauksia Pieksämäen, Tampereen ja Helsingin Linnunlaulun ohjauskeskuksissa. Kussakin ohjauskeskuksessa kerättiin mittariston käyttöön vaadittavat tiedot, eli laskettiin ohjaajien tekemät toimenpiteet ja kysyttiin ohjaajien arviot tarkastelutuntien kuormittavuudesta kunkin tarkastelutunnin ajalta. Testimittaukset suoritettiin kahdessa kahden tunnin mittaisessa mittausjaksossa. Ensimmäisessä mittausjaksoista oli tarkoitus tarkastella kuormittavuutta ruuhka-aikana ja toisessa vähemmän kuormittavana aikana. Mittaukset kuitenkin osoittivat, ettei kuormitusta voida ennakoida junamäärien perusteella, sillä Tampereella ja Helsingissä hiljaisemmaksi arvioitujen tuntien aikana liikenteenohjaajat tekivät saman verran toimenpiteitä kuin ruuhkaisemmaksi arvioidut tunnit. Jos junat kulkevat aikataulun mukaisesti ohjausjärjestelmän automatiikka hoitaa ohjauksen ja ohjaajan tehtäväksi jää tilanteen seuraaminen ja yhteydenpito eri tahojen kanssa. Junamäärää enemmän kuormittavuuteen vaikuttavat erilaiset häiriöt ja ratatöistä aiheutuvat tehtävät. Tosin suurilla liikennemäärillä on myös suuri työn kuormittavuus häiriötilanteissa, kun huomioon otettavia tekijöitä on enemmän suunniteltaessa uusia reittejä ja ohituspaikkoja.

Pieksämäellä mittaukset tehtiin maanantaina 14.6.2010 klo 11–13 ja klo 15–17 Savon kauko – ohjauspisteessä, jonka yksiraiteinen ohjausalue ulottuu Iisalimesta Kuopion kautta Pieksämäelle. Ensimmäisessä mittausjaksoista pisteen liikenteenohjauksesta vastasi 1 ohjaaja, mutta iltapäivän vuorossa alue oli jaettu kahdelle ohjaajalle. Mittauksien aikana liikenne sujui pääsääntöisesti aikataulun mukaisesti. Ohjaajia työllistivät ratatyöt, joita oli käynnissä ohjattavalla alueella runsaasti varsinkin aamupäivällä.

Tampereella testimittaukset suoritettiin tiistaina 15.6.2010 klo 12.45–16.45 välillä Lielähti - Riihimäki. Erona Pieksämäellä mittauskohteena olleeseen ohjausalueeseen oli kaksiraiteisuus. Liikenne sujui mittauksen aikana aikataulun mukaisesti ja ratatöitä oli käynnissä vain ensimmäisen tarkastelutunnin aikana. Näin ollen liikenteenohjaajan tehtäväksi jäi pääosin liikennetilanteen seuranta, kun automatiikka hoiti liikenteenohjauksen. Tästä johtuen kuormittavuusluvut jäivät alhaisiksi.

Helsingin Linnunlaulussa mittaukset tehtiin torstaina 17.6.2010 klo 13–17 liikenteenohjauspisteessä Pääradan / Itä-Uudenmaan kauko, joka kattaa usearaiteiset rataosuudet Kerava – Järvenpää sekä Haarajoki – Lähdesmäki. Junat kulkivat mittauksen aikana aikataulun mukaisesti, ja ohjattavalla alueella oli mittauksen aikana käynnissä vain yksi ratatyö, joka lopetettiin ensimmäisen tarkkailutunnin aikana. Tästä johtuen ohjaajat lähinnä seurasivat liikennettä. Helsingin tuloksissa on otettava huomioon myös se, että Etelä-Suomen ohjausalueella matkustajainformaatiosta vastaa Info ja dokumentointia ei tehty graafiseen junapäiväkirjaan.

Mittauspisteiden välillä eroavaisuuksia aiheuttivat ohjausjärjestelmän ja raiteiden lukumäärän lisäksi myös junamäärät. Pieksämäellä ja Tampereella junamäärät vaihtelivat kymmenen

molemmin puolin, mutta Helsingissä junamäärän vaihtelivat karkeasti 30 ja 40 välillä. Junamäärillä ei silti ollut suurta vaikutusta työn määrään, koska Pieksämäellä kirjattiin eniten suoritettuja toimenpiteitä. Helsingissä työ määrä ei lisääntynyt, vaikka junamäärä nousi hiljaisemman ajan 29:stä ruuhkatunnin 39:ään. Tulosten perusteella ei kuitenkaan tule tehdä päätelmiä pisteen kuormittavuudesta, koska mittausaika oli lyhyt. Ohjaajan kuormittavuus kasvaa olennaisesti, kun junia myöhästyy ja junien reitit joudutaan suunnittelemaan uudestaan. Mittausten tulokset on esitetty kootusti taulukossa 7.

Taulukko 7 Testimittausten tulokset kootusti.

	Pieksämäki				Tampere				Helsinki			
Toimenpiteet	11-12	12-13	15-16	16-17	13-14	14-15	15-16	16-17	13-14	14-15	15-16	16-17
vuoronvaihto		3						2	2	1	1	
ratatyö	4	10	2	2	7				1			
liikenteenohjaus-ilmoitukset												
turvatut junakulkutiet (1-raide)	16	10	13	34								
matkustajainfo	1	1		1		1						
viestiliikenne/liikenneviestintä	12	13	14	18	4	5	7	7	10	6	8	7
vaihtotyö	1			1	5	2	4					
muu työ	19	15	11	15	5	12	7	5	5	3	9	10
dokumentointi	25	31	38	43	6	7	8	9	14	9	11	12
turvatut junakulkutiet (2< raide)					6	16	8	4	23	19	25	23
Yhteensä	78	83	78	114	33	43	34	27	55	38	54	52
Junamäärä	7	6	12	14	7	10	11	16	29	23	39	38
Ohjaajan arvio	5	5	(2)/(2)	(3)/(3)	3	3	3	3	4	4	4	4

Suurimmat erot eri mittauspisteissä suoritettujen toimenpiteiden välillä ovat dokumentoinnissa. Pieksämäellä dokumentoinnin lukumäärät ovat moninkertaisia muihin tarkastelupisteisiin verrattuna. Erot voivat johtua kirjaustavan erilaisuudesta. Osa ohjaajista dokumentoi tapahtumat pitkältä ajanjaksolta kerralla, kun taas toiset kirjaavat tapahtumat yksitellen. Eroa saattaa osittain selittää myös se, että osa dokumentoinneista on jäänyt epähuomiossa kirjaamatta. Mittaajan keskittyminen saattaa helposti herpaantua, mikä on monen tunnin mittauksissa luonnollista. Lisäksi tuloksiin vaikuttaa se, että Helsingissä on käytössä erilainen dokumentointitapa kuin muissa pisteissä. Helsingissä dokumentointia ei tehdä graafiseen junapäiväkirjaan, vaan taulukkomaiseen kirjaan kirjataan junien tulo- ja lähtöajat.

Dokumentoinnin määrällä ei ole suurta merkitystä työn kuormittavuuden kannalta. Dokumentointi sujuu nopeasti eikä vaadi ohjaajalta monimutkaista kognitiivista toimintaa, koska ylös kirjataan toteutuneet tapahtumat. Jos eri kuormitustekijöille ei annettaisi painoarvoja, erot dokumentoinnin määrässä vääristäisivät arviota kuormittavuudesta (toimenpiteiden määrää tunnissa). Esimerkiksi Pieksämäen mittauksissa klo 15–16 dokumentoinnin osuus suoritetuista toimenpiteistä oli 38/78 eli noin puolet kokonaismäärästä. Painokertoimella voidaan vähentää dokumentoinnin vaikutusta mittariston antamaan arvioon työn kuormittavuudesta. Painokertoimesta huolimatta dokumentoinnin kirjaamisesta on lisättävä tarkat ohjeet, jotta kirjaamistapa on samanlainen mittaajasta riippumatta.

Pieksämäeltä mitattiin suuremmat määrät kulkuteiden turvaamisia junamääriin nähden kuin muissa mittauspisteissä, koska ”Savon kaukon” alueella oli käynnissä lukuisia ratatöitä, joiden vuoksi automatiikkaa oli jouduttu kytkemään pois päältä. Lisäksi ohjattavalla alueella on käytössä vanhempaa ja vaikeakäyttöisempää ohjaus- ja turvalaitetekniikkaa kuin muissa pisteissä. Tämä tukee käsitystä siitä, että junakulkuteiden varmistamisen vaatimien toimenpiteiden määrä ei korreloi junamäärien kanssa. Tuloksiin vaikuttavat enemmän ohjausjärjestelmän automatisointitaso sekä liikennetilanne. Liikennetilanteet eivät mittauksien aikana vaikuttaneet merkittävästi kulkuteiden turvaamiseen, koska liikennesuunnittelua ei jouduttu tekemään uusiksi, eikä junia jouduttu suurissa määrin ohjaamaan manuaalisesti häiriöiden vuoksi.

Ratatöiden osalta erot selittyvät sillä, että Pieksämäellä tarkasteltavalla rataosuudella oli käynnissä useita ratatöitä. Tampereen ja Helsingin tarkastelupisteiden alueilla oli puolestaan molemmissa käynnissä vain yksi ratatyö, jotka lopetettiin ensimmäisen tarkastelutunnin aikana.

Myös kohdissa viestiliikenne / liikenneviestintä sekä muu työ Pieksämäeltä saadut arvot ovat suurempia kuin muissa pisteissä. Tämä johtuu osittain siitä, että ohjaajat varoittivat veturinkuljettajia radanvarressa olleesta työkoneesta, vaikka säännöt tai ohjeet eivät puheluita välttämättä vaatineet. Toisena osasyynä saattaa olla myös se, että Pieksämäellä oli enemmän ratatöihin liittyvää viestintää. Vaihdytyön määrä riippuu ohjattavan alueen ominaisuuksista. Tampereen keskuksen ohjauspisteessä Lielähti-Riihimäki vaihtotyötä merkittiin muita ohjauspisteitä enemmän, koska alueella tehdään vaihtotyötä enemmän kuin muilla testimittauksen alueilla.

Ohjaajien omakohtaiset arviot mukailevat toimenpidemääriä. Pieksämäen tuloksissa on otettava huomioon, että kahdella jälkimmäisellä tunnilla ohjauspisteessä työskenteli kaksi ohjaajaa, joista molemmat antoivat oman arvionsa omasta työstään. Toimenpiteitä ei ensimmäisellä tunnilla näistä kertynyt aikaisempaa tilannetta enemmän, joten ohjaajilla oli käytännössä hoidettavanaan vain puolet yhden ohjaajan työtehtävistä. Molemmat ohjaajat antoivat arvioksi 2, eli ”töitä vähän ja ohjaaja tylsistyy”. Toisella tunnilla työ määrä puolestaan kasvoi siten, että yksittäisellä työntekijällä olisi todennäköisesti ollut vaikeuksia saada

tehtäviä hoidettua. Molemmat ohjaajat antoivat kuormittavuudelle tämän tunnin osalta arvon 3, ”hieman vapaata aikaa”.

Omakohaista arviointia vaikeuttaa se, että tarkastelutunnin aikana kuormittavuus voi vaihdella merkittävästi. Esimerkiksi Pieksämäellä ohjaaja vaihtui kesken tunnin ohjaajan ruokailun vuoksi. Ensimmäinen ohjaaja antoi ensimmäiselle puolelle tunnille arvion 2, (töitä vähän ja ohjaaja tylsistyy), mutta toinen antoi toiselle puoliskolle arvion 5 (kohtuullinen paine: joutuu keskittymään, mutta saa tehtävät suoritettua). Ensimmäisellä puolituntisella töitä oli todella vähän, mutta toisella puolituntisella tehtävät aiheuttivat ohjaajalle kiirettä. Keskimääräisen kuormituksen arvioiminen voi tuottaa kuormittavuuden vaihdellessa vaikeuksia, kun ohjaaja antaa arvion koko tunnille. Tällaisissa tapauksissa ohjaajan arvioi todennäköisesti tunnin jälkimmäistä osiota, joka on tuoreempana muistissa.

6.3.3 Testimittauksissa tehtyjä havaintoja mittaristoon ja mittauksiin liittyen

Testimittauksissa tehtiin mittaristoon ja mittauksiin liittyviä havaintoja, joiden perusteella mittaristoon tehtiin muutoksia. Muutosten tavoitteena oli saada mittaristo helpokäyttöisemmäksi sekä luotettavammaksi.

Yksi tärkeimmistä havainnoista oli se, että mittauksissa helposti merkitään toimenpiteitä väärään ryhmään, jos ohjeistus ei ole tarpeeksi selvä. On äärimmäisen tärkeää, että mittaaajalla ei ole epäselvyyksiä mihin ryhmään toimenpiteet sijoitetaan, jotta tulokset eivät ole vääristyneitä. Tällöin eri mittaaajien tulokset ovat vertailukelpoisia. Mittauksissa huomattiin, että ryhmien ratatyö ja viestiliikenne / liikenneviestintä välinen ero ei ollut tarpeeksi selvä. Ohjeita täytyikin niiden osalta tarkentaa, jotta mittaaajille on täysin selvää, mikä osa ratatöistä menee viestiliikenne / liikenneviestintä kohdan alle.

Toinen kriittinen kohta on se, mikä mielletään eri kuormitustekijöiden kohdalla yhdeksi toimenpiteeksi. Esimerkiksi dokumentoinnin kirjaamisessa oli eri mittauspaikkojen välillä suuria eroavaisuuksia, johtuen osittain ohjaajien erilaisista tavoista tehdä merkintöjä junapäiväkirjaan. Osa ohjaajista dokumentoi tapahtumat pitkältä ajanjaksolta kerralla, kun taas toiset kirjaavat tapahtumat yksitellen. Siksi onkin tärkeää määrittää mittariston käyttöohjeisiin tarkasti myös se, mitä yksi toimenpide kussakin tehtäväryhmässä tarkoittaa, jolloin mikään kuormitustekijöistä ei saa liian suurta painoarvoa työn kokonaiskuormittavuudesta ja tulokset ovat vertailukelpoisia. Esimerkiksi dokumentoinnin kohdalla voidaan määrittää, että yksi toimenpide on junan kulun merkkäminen koko ohjattavan alueen osalta. Täten tulokseen ei vaikuta ohjaajan dokumentointityyli.

Ohjaajat saattavat myös tehdä ”ylimääräistä” työtä, joka ei varsinaisesti kuulu työtehtäviin, mutta joka vaikuttaa mittariston tuloksiin. Jotkut ohjaajat saattavat esimerkiksi ohjata tavarajunia etuajassa aikatauluun nähden. Laskentoihin tämänkaltaisen lisätyö aiheuttaa harhaa, koska toimenpidemäärät saattavat kasvaa normaalista. ”Ylimääräisen” työn tekeminen

on ennemminkin merkki siitä, että töitä on liian vähän ja ohjaajilla on aikaa "palvella" liikkuja paremmin kuin säännöt ja ohjeet edellyttävät

Testimittauksissa vahvistui myös kuva siitä, että mittaukset ovat rankkoja suorittaa, sillä työn seuraaminen vaatii tarkkaa keskittymistä, jotta kaikki toimenpiteet saadaan kirjattua ylös. Tehtävää vaikeuttaa se, että mittauksia tehdään koko päivän ajalta yleensä kolmessa vuorossa, joten mittaajien täytyy olla valppaina 8 tunnin ajan. Lisäksi mittauksia varten joudutaan irrottamaan liikenteenohjaajia varsinaisista työtehtävistään. Näistä syistä johtuen jatkossa tulee pyrkiä löytämään vaihtoehtoisia työmäärän selvitysmenetelmiä.

Subjektiiivinen arviointi koettiin tarpeelliseksi ja ohjaajat antoivat mielellään oman arvion kuormittavuudesta. Kahdeksan kuormittavuusluokkaa tosin tuntui liialliselta ja valinnanvara aiheutti ohjaajille hämmennystä. Arvion antaminen ei vienyt liikaa ohjaajien aikaa. Eniten aikaa kului arvion antamiseen ensimmäisen mittaustunnin osalta, jolloin ohjaajat tutustuivat arviointilomakkeeseen. Seuraavien tuntien osalta arvion antamiseen ei mennyt pitkään.

6.3.4 Kuormitustekijöiden jaottelun sekä niiden määrittelyjen viimeistely

Testimittauksista saatujen kokemusten perusteella kuormitustekijöiden jaottelu sekä niiden määrittelyt päätettiin selkeyttää. Uusi jaottelu on liitteessä 4(2).

Ratatyö – ryhmän määrittelyä tarkennettiin siten, että yhdeksi toimenpiteeksi lasketaan mukaan ratatyöstä sopiminen ja ratatyön päättäminen, jotka pitävät sisällään ETJ:n, RT- / LR-ilmoitukset, dokumentaation ja ratatyön suojaamisen. Myös RAILI – tunnusten anto määritettiin kuuluvaksi ratatyöhön, jotta jatkossa vältytään samanlaisilta väärinkäsityksiltä kuin testimittauksissa, joissa osa ratatyöhön liittyvästä viestinnästä merkittiin liikenneviestintä / viestiliikenne kohtaan.

Turvautut junakulkutiet – ryhmän määrittelyt tarkennettiin siten, että mittaajalle ei jää epäselväksi mikä lasketaan yhdeksi toimenpiteeksi, ja erilaisten ohjausjärjestelmien erot tulevat esille. Ryhmään määritettiin neljä eri toimenpidevaihtoehtoa, joihin toimenpiteet kuuluvat käytettävästä ohjaustekniikasta riippuen. *Kulkutie- ja junanumeroautomaatiikkaa* käytettäessä yksittäiseksi toimenpiteeksi katsotaan se, kun ohjaaja tarkistaa onko ohjattavalle alueelle tulevalle junalle määritetty junanumero sekä tarvittaessa syöttää junanumeron. *Ylipainettavia kulkuteitä* käytettäessä kulkutien turvaaminen yksittäisen liikennepaikan yli aiheuttaa toimenpiteen. *Jos automaatiikka tai ylipainettavat kulkutiet eivät ole käytössä* merkitään jokainen yksittäinen vaihteenkääntö sekä lähtö- tai tulotien asettaminen yhtenä toimenpiteenä. *Radio-ohjauksella* ohjattavia rataosuuksia varten määritettiin myös luvananto radiolla, joka on tehtävä ylimääräisenä toimenpiteenä verrattuna kauko-ohjauksen piiriin kuuluviin rataosuuksiin.

Matkustajainfo – ryhmään lisättiin uusina työtehtävinä laiturinäyttöjen sisällön muuttaminen sekä kuulutusten havainnointi. Ryhmä jaettiin kahteen osaan siten, että kuulutusten

havainnointi erotettiin muista tehtävistä, joita tehdään vain häiriötilanteissa. Havainnointi haluttiin ottaa mukaan mittaristoon, vaikka se ei ole fyysinen toimenpide, koska kyseinen toimenpide kuuluu olennaisena osana liikenteenohjaajien työtehtäviin. Ohjaajat tarkkailevat kuulutusten toimintaa, jotta kuulutusjärjestelmän mahdolliset häiriöt pystytään havainnoimaan nopeasti.

Viestiliikenne / liikenneviestintä – ryhmästä siirrettiin kaikki ratatyöhön liittyvä viestintä ratatyö – ryhmään sekaannusten välttämiseksi. Viestiliikenne / liikenneviestintä – ryhmään jäi liikenteestä sopiminen liikenteenohjaajien kesken ja lisäksi muu työ – ryhmästä siirretty yhteydenpito muiden tahojen (veturinkuljettaja, konduktööri jne.) kanssa. Näin ollen kaikki viestintä on saman ryhmän alla lukuun ottamatta ratatyöhön liittyvää viestintää.

Dokumentoinnin määrittelyä tarkennettiin siten, että jokaisesta ohjattavalla alueella tarkastelutunnin aikana liikkuvasta junasta tulee yksi dokumentointitoimenpide. Sama juna merkitään useamman tunnin kohdalle, jos se liikkuu ohjattavalla alueella usean tunnin aikana.

Muu työ – ryhmään siirrettiin työpajassa työtehtäviä, jotka eivät sopineet muihin työnosiin, mutta joille ei yksittäisiä ryhmiä ollut järkevää muodostaa. Ryhmään kertyi paljon työtehtäviä, jotka eivät ole kokonaiskuormittavuuden kannalta merkittäviä. Näitä tehtäviä karsittiin lopullisesta mittaristosta, koska mittaristolla pyritään mittaamaan kuormittavuutta karkeasti, eikä tarkoituksena ole saada tarkkaa arviota mittaushetken kuormittavuudesta, kuten luvussa 5.4.2 todettiin. Mittaristosta karsittiin kohdat vuoronvaihto, perehdytys ja koulutus työn ohessa, ohjeistukseen tutustuminen, sähkeiden lukeminen sekä vaihteidenkäännöt talvella (vaihteen toiminnan varmistamiseksi). Lisäksi poistettiin raidejärjestysten uudelleensuunnittelu, koska kyseinen toimenpide tehdään poikkeustilanteissa, joiden kuormittavuutta mittaristolla ei ole tarkoitus mitata. *JUSE – päivitykset* siirrettiin muu työ – kohdasta omaksi ryhmäkseen, koska kyseessä on olennainen osa liikenteenohjaajien työtä.

6.3.5 Kuormitustekijöiden painottaminen

Painokertoimien määrittystä vaikeutti se, että kuormituksella ei ole tarkkaa arvoa, vaan se on tuntemus työn raskaudesta. On mahdotonta määrittää yhdellä oikealla tavalla numeerisesti kuinka paljon kuormittavampaa on ratatyöstä sopiminen kuin junakulkutien varmistaminen. Tästä johtuen painokertoimien arvot pyrittiin määrittelemään yksinkertaisesti antamalla painokertoimet työpajassa määritellyille kuormituskategorioille korkea, keskimääräinen ja matala kuormitus.

Painoarvot määritettiin syöttämällä mittaristoon sekä testimittauksissa että Itä-Suomen mittaristolla aikaisemmissa mittauksissa laskettuja toimenpidemääriä. Tämän jälkeen mittaristoon syötettiin jokaiselle kuormitusryhmälle erilaisia painokertoimia ja arvioitiin eri kuormitusryhmien tehtävien osuutta koko työmäärästä. Painokertoimet säädettiin siten, että kuormitusryhmien osuudet koko työmäärästä vastasivat käsitystä kyseisen kuormitusryhmän kuormittavuudesta verrattuna muiden kuormitusryhmien kuormittavuuteen. Ratatöistä

sopiminen ja ratatöiden päättäminen sekä liikenteenohjausilmoitukset määritettiin kaksi kertaa kuormittavammaksi kuin keskimääräisen kuormittavuuden tehtävät. Dokumentoinnille, turvatuille junakulkuteille 2- tai useampiraiteisilla rataosuuksilla sekä matkustainformaation havainnoinnille annettiin puolestaan puolet keskimääräistä pienempi kerroin. Tällä tavoin pyrittiin korostamaan kuormittavien tehtävien merkitystä sekä vähentämään vähän kuormittavien tehtävien merkitystä mittaristossa.

Kun kuormitusryhmien väliset suhteet painokertoimissa oli päätetty, täytyi vielä määrittää kertoimien suuruus. Keskimääräisen kuormittavuuden ryhmälle annettiin kertoimeksi 1. Tällöin säilytettiin osittain Itä-Suomen menetelmän yksinkertaisuus ja konkreettisuus, kun painokertoimia on käytännössä vain keskimääräistä enemmän sekä vähemmän kuormittavilla kuormitusryhmillä. Mittariston tulosten perustana on siis edelleen toimenpiteiden määrä tunnissa. Osa tehtävistä on vain painotettu, jolloin niiden merkitys kokonaiskuormittavuuteen vähenee tai kasvaa niille määritetyn kertoimen perusteella. Päätetyn kuormitusjärjestyksen mukaan eri tehtäville annettiin täten lopulta seuraavat kertoimet:

- **Ratatyö**, sopiminen / päättäminen (2)
- **Ratatyö**, RAILI -tunnusten anto (1)
- **Liikenteenohjausilmoitukset** (2)
- **Turvatut junakulkutiet (1-raiteisilla osuuksilla)** (1)
- **Turvatut junakulkutiet (2- tai useampiraiteisilla osuuksilla)** (0,5)
- **Matkustajainfo**, häiriötilanteet (1)
- **Matkustajainfo**, havainnointi (0,5)
- **JUSE – päivitykset** (1)
- **Viestiliikenne / liikenneviestintä** (1)
- **Vaihtotyö** (1)
- **Dokumentointi** (0,5)
- **Muu työ** (1).

Painokertoimien käyttö tarkoittaa sitä, että mittariston tuloksien tulkintaa helpottamaan täytyy määrittää raja-arvoja, joiden perusteella voidaan mittariston antamasta kuormitusluvusta päätellä kuinka kuormittava ohjauspiste on. Raja-arvoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä kuormitusluvun arvoja, joissa työpisteen kuormittavuus kasvaa liian suureksi, eivätkä ohjaajat ehdi hoitamaan työtehtäviä tai kuormittavuus laskee liian vähäiseksi ja ohjaaja tylsistyy. Näiden raja-arvojen perusteella voidaan määrittää kuormittavuudelle tavoitearvo. Raja- tai tavoitearvoja ei määritetä tämän työn puitteissa. Kyseiset arvot määritetään myöhemmin käyttämällä apuna ohjauspöytiä, jotka kokemuksesta tiedetään paljon tai vähän kuormittavaksi. Kuormittavuuden tavoitearvo asetetaan raja-arvojen väliin siten, että kuormituksen yläpäähän toleranssia kuormittavuuden nousua varten. Tällöin ohjaajilla jää kapasiteettia suoritua ennakoimattomista työn kuormittavuuden muutoksista. Toisin sanoen tavoitearvo määritetään sellaiseen kohtaan, jossa liikenteenohjaaja suoriutuu tehtävistään, eikä pitkäaikaisia korkean kuormituksen jaksoja synny. Tulevaisuudessa tulee selvittää se, voidaanko sama tavoitearvo antaa kaikissa ohjauskeskuksissa. Tavoitearvo voi olla järkevää

määrittää esimerkiksi vilkkailla ja pitkälle automatisoiduilla ohjausalueilla matalammaksi kuin vähäliikenteisillä alueilla, koska vilkkailla alueilla työmäärä lisääntyy enemmän poikkeustilanteissa, joissa automatiikka joudutaan kytkemään pois päältä.

6.3.6 Toimenpidemäärän päättely junapäiväkirjasta ja puhelutiedoista

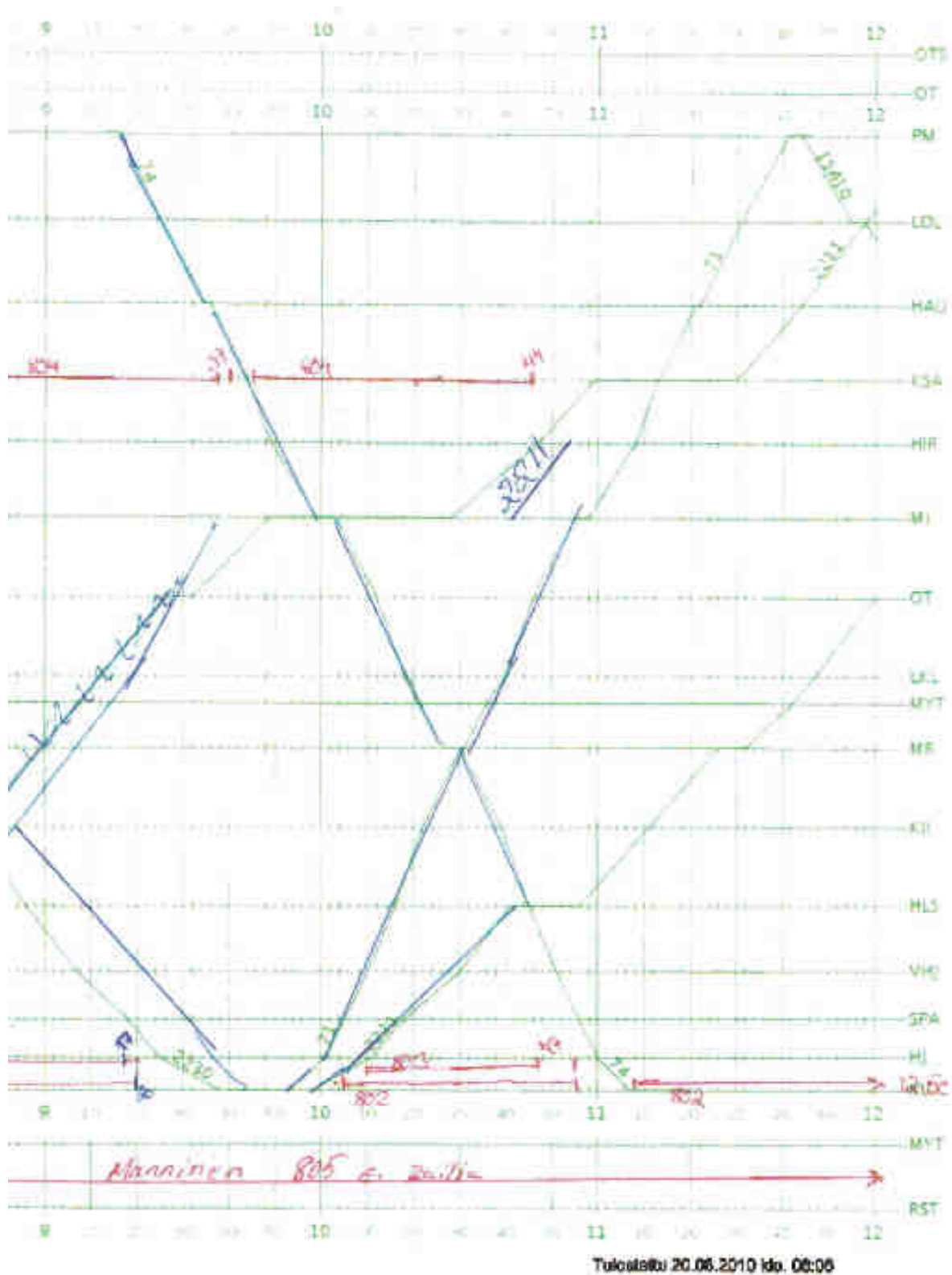
Koska kuormittavuusmittausten tekeminen on raskasta ja aikaavievää, pyrittiin tässä työssä kehittämään uusi mittausten menetelmä, jolla mittaristoon tarvittavan tiedon saisi nopeammin ja vähemmällä vaivalla. Työssä testattiin Pieksämäellä jo aikaisemmin käytössä ollutta mittausten menetelmää, jossa junamäärät, kulkuteiden varmistamiset sekä ratatöiden ja dokumentoinnin määrät lasketaan junapäiväkirjasta päättelemällä. Puheluista pyydetään raportti Corenetilta, joka toimittaa tiedot jokaisesta digora – puhelimen puhelusta. Menetelmässä jää huomioimatta ohjauskeskuksen sisäinen viestintä sekä vaihtotyö, joita voidaan karkeasti arvioida junapäiväkirjasta tai aikaisempien kokemusten perusteella. Menetelmässä käytetään samaa tehtäväjaottelua ja painotusta kuin perinteisessä toimenpiteiden laskemiseen käytetyssä menetelmässä.

Seuraavissa kappaleissa esitellään tarkemmin toimenpiteiden määrän päättelyyn kehitettyä menetelmää. Esimerkkitapauksena käytetään perjantaina 20.8.2010 klo 9-10 Repoveden kauko – ohjausalueen junapäiväkirjaan merkittyjä toteutumatietoja (Kuva 30) sekä Corenetiltä saatuja digora – puhelimen puhelutietoja (Liite 3).

Junamäärällä tarkoitetaan arvioinnissa ohjattavalla alueella liikkuvien junien määrää kunkin tunnin kohdalla. Sama juna siis merkitään usean tunnin kohdalle, jos se liikkuu ohjattavalla alueella useamman tunnin aikana. Esimerkkitapauksessa junamääräksi klo 9-10 merkittäisiin siis 5, koska ohjattavalla alueella liikkuvat kyseisen tunnin aikana junat 74, 2211, 2230, 71 ja 2221.

Ratatöiden osalta toimenpiteiden määrät päätellään junapäiväkirjasta. Ratatyön aloitukseen ja lopetukseen liittyvät toimenpidemäärät voidaan laskea junapäiväkirjaan merkityistä ratatöistä. Yksittäinen toimenpide pitää sisällään ratatyön aloitus- ja lopetustoimenpiteisiin liittyvät ETJ:n tarkastamisen, RT- ja LR-ilmoitukset, dokumentaation sekä ratatyön suojaamisen. RAILI – tunnus puolestaan oletetaan annettavan vain, kun ratatyö käynnistetään ensimmäistä kertaa. Repoveden esimerkkitapauksessa ratatyökohtaan merkittäisiin 4 toimenpidettä (ratatyön 804 lopetus ja aloitus sekä ratatöiden 802 ja 803 lopetukset). Uusia ratatöitä ei tarkastelutunnilla aloitettu, joten RAILI – tunnuksia ei annettu.

Liikenteenohjausilmoituksien määrä saadaan laskemalla tarkastelutunnin aikana täytettyjen liikenteenohjausilmoituslomakkeiden määrä tarkasteltavan tunnin kohdalla. Esimerkkitapauksessa liikenteenohjausilmoituksia ei tehty.



Kuva 30 Junapäiväkirjaan merkitty toteutuma Repoveden kauko-ohjausalueelta.

Turvattujen junakulkuteiden määrän määrittelemisessä täytyy ottaa huomioon ohjattavalla alueella käytettävä ohjaustekniikka. Suomen rataverkolla on käytössä 4 erilaista ohjausjärjestelmää. Vähiten työtä aiheuttavat ohjausalueet, joissa on käytössä *kulcutie-* ja *junanumeroautomaatiikka*. Näillä alueilla aikataulunmukaisessa liikennetilanteessa

ohjausjärjestelmä hoitaa vaihteiden käännöt ja opastimien asetukset. Liikenteenohjaajan tehtävänä on tarkkailla, että automatiikka toimii tai poimia ohjattavalle alueelle tulevan junan junanumero. Jos juna ei kulje aikataulun mukaan, joudutaan automatiikka kytkemään pois päältä ja ohjaamaan junaa käyttämällä *ylipainettavia kulkuteitä* tai pahimmassa tapauksessa *vaihtamalla jokaisen vaihteen asentoa erikseen*. Ylipainettavia kulkuteitä käytettäessä ohjausjärjestelmä hoitaa vaihteiden käännöt ja opastimien asetukset yksittäisten liikennepaikkojen yli yhdellä toimenpiteellä. *Radio-ohjauksella* ohjattavilla osuuksilla kauko-ohjaukseen verrattuna tulee ylimääräisenä työnä luvananto radiolla, jonka määrät voidaan laskea junapäiväkirjasta.

Kulkutie- ja junanumeroautomatiikkaa käytettäessä liikenteenohjaaja ei välttämättä joudu poimimaan junanumeroa, mutta hänen on kuitenkin tarkastettava, että alueelle tulevalle junalle on määritetty järjestelmässä numero. Tämän vuoksi automatiikkaa käytettäessä toimenpiteiden määrä on sama kuin ohjattavalle alueelle tulleiden junien määrä tarkastelutunnin aikana. Ylipainettavia kulkuteitä käytettäessä kulkuteiden turvaamiseen menevien toimenpiteiden määrä saadaan laskemalla, kuinka monen liikennepaikan yli junien kulkuteitä on turvattu. Jos alueella ei ole käytössä automatiikkaa tai ylipainettavia kulkuteitä, on toimenpiteiden määrä laskettava siitä, kuinka monta vaihdetta ohjaaja on joutunut kääntämään. Tässä tapauksessa yksittäinen toimenpide pitää sisällään vaihteenkäännön lisäksi tulo- tai lähtökulkutien asettamisen. Radio-ohjausta käytettäessä yksi toimenpide on lähtöluvan antaminen suullisesti. Myöhästymiset näkyy toteutumassa, josta voidaan päätellä esim. onko ohjaaja joutunut kytkemään automatiikan pois päältä ja käyttämään vaihtoehtoisia ohjaustekniikoita.

Esimerkkitapauksena olevassa Repoveden kaukon ohjausalueella on käytössä automatiikka henkilöliikenteen junien osalta, mutta tavaraliikenne ohjataan ylipainettavilla kulkuteillä. Kulkuteiden asettamisista voidaan todeta olleen edellä esitettyä jaottelua noudattaen yhteensä 11 kpl:

- tavarajuna 2230 aiheutti jokaiselta sen ohittamalta liikennepaikalta yhden toimenpiteen eli yhteensä 4 toimenpidettä (ohitti seuraavat liikennepaikat: HLS, VHJ, SPA ja HJ)
- tavarajuna 2211 aiheutti 5 toimenpidettä (MR, MYT, LKL, OT ja MI)
- junat 71 ja 74 ohjattiin automatiikalla, joten molemmista tuli 1 toimenpide, koska ne tulivat alueelle tarkastelutunnin aikana.

Matkustainformaation hoitaminen aiheuttaa varsinaisia toimenpiteitä vain kun junat eivät kulje aikataulun mukaisesti. Liikenteenohjaajat joutuvat myös havainnoimaan matkustajainformaation toteutumista kun junat ovat ajallaan. Tällöin matkustainformaation hoitavan kuulusjärjestelmän mahdolliset häiriöt pystytään havainnoimaan nopeasti. Matkustajainformaatioon liittyvien toimenpiteiden määrä saadaan päättelämällä junapäiväkirjan toteutumasta. Myöhässä kulkevat junat aiheuttavat jokaista pysähdysasemaa kohden yhden toimenpiteen kohtaan matkustajainfo häiriötilanteessa. Aikataulun mukaisten

junien osalta merkitään jokaisen pysähtymisaseman kohdalle 1 toimenpide kuulutusten havainnointiin. Esimerkkitapauksessa tarkastelutunnin aikana henkilöliikenteen junat kulkivat aikataulun mukaisesti. Juna 74 ohitti Haukivuoren ja Mikkelin pysähdysasemat, joista molemmista tulee yksi toimenpidemerkintä matkustajainfon havainnointi kohtaan.

JUSE – päivityksiä joudutaan tekemään, kun junat eivät kulje aikataulujen mukaan. Niiden määrä saadaan pääteltyä junapäiväkirjan toteutumasta. Jos juna kulkee aikataulun mukaan, niin toimenpiteitä ei merkitä. Jos juna on myöhässä tai etuajassa seuranta-asemilla, merkitään *JUSE – päivityksiin* toimenpide. Esimerkkitapauksessa ohjattavan alueen ainut seuranta-asema on Mikkeli. Tavarajuna 2211 saapui toteutuman mukaan Mikkelin asemalle etuajassa, joten *JUSE – päivityksiin* merkitään yksi toimenpide.

Viestiliikenteeseen ja liikenneviestintään kuuluu mittariston määrittelyn mukaan liikenteestä sopiminen liikenteenohjaajien kesken sekä yhteydenpito muiden tahojen (veturinkuljettaja, konduktööri, tallipäivystäjä jne.) kanssa. Keskuksen sisäistä viestiliikennettä lukuun ottamatta kaikki muu viestintä saadaan digora – puhelimen puhelutiedoista laskemalla tarkastelutunnin puheluiden määrä ja vähentämällä siitä ratatyöryhmän kanssa puhutut puhelut. Ratatöihin liittyvät puhelut on eritelty selkeästi Corenetiltä saatavissa puhelutiedoissa. Keskuksen sisäisen viestiliikenteen määrää voidaan arvioida junapäiväkirjasta, josta lasketaan kuinka monta junaa on tullut tai lähtenyt ohjattavalta alueelta. Jokainen ohjattavien alueiden välillä liikkuva juna aiheuttaa yhden toimenpidemerkinnän keskuksen sisäinen viestiliikenne – kohtaan. Laskettaessa otetaan huomioon vain junat, jotka liikkuvat samasta ohjauskeskuksesta ohjattavien alueiden välillä, ja näin ollen aiheuttavat keskuksen sisäistä viestintää. Jokaista junaa kohti merkitään yksi toimenpide, vaikka juna ei ole kulkenut aikataulun mukaisesti ja junien järjestyksessä tapahtuu muutoksia.

Esimerkkitapauksena olevan Repoveden kaukon ohjattava alue ulottuu Pieksämäeltä Kouvolaan. Pieksämäeltä tulevien ja Pieksämäelle poistuvien junien osalta liikenteenohjaaja joutuu olemaan siis yhteydessä Pieksämäen liikenteenohjauskeskukseen. Kouvolaan päässä ohjattavan alueen rajan ylittävistä junista ohjaaja on puolestaan yhteydessä toisen Kouvolan ohjauskeskuksessa työskentelevän ohjaajan kanssa. Sisäisen viestinnän määrä on siis 3, koska Kouvolan suunnalta tulevat alueelle junat 71 sekä 2221 ja Kouvolaan päin poistuu juna 2230. Corenetiltä tilatuista puhelutiedoista (Liite 3) nähdään, että liikenteenohjaaja oli soittanut tai vastaanottanut tarkastelutunnin aikana yhteensä 10 puhelua. Näistä puheluista 6 koski ohjattavalla alueella tehtäviä ratatöitä, joten liikenneviestintä – ryhmään kuuluvia puheluita oli neljä. Täten viestiliikenne / liikenneviestintä kohtaan merkitään yhteensä 7 toimenpidettä.

Vaihtotyön aiheuttamia toimenpidemääriä voidaan arvioida monella eri tavalla. Linjaliikennepaikoilla vaihtotyön määrää voidaan arvioida junapäiväkirjan toteutumasta kokemuksen perusteella pysähtymisajoina ja aikatauluista päättelemällä. Vaihtotyötä on todennäköisesti tehty esimerkiksi kun junan lähtö venyy, vaikka muu liikenne ei sitä estä. Isoilla liikennepaikoilla luvanantaja joutuu laskemaan vaihtotyöhön kuluvia toimenpiteitä tukkimiehen kirjanpidolla kuormittavuusmittariston mittauksia varten tehdyn

kuormitustekijöiden määrittelyn mukaisesti. Mittauksia ei tarvitse tehdä usein, sillä vaihtotyön määriissä ei tapahdu suuria muutoksia, ellei juna-aikatauluihin tehdä muutoksia. Tulevaisuudessa myös vaihtotyön toimenpiteiden määrät saadaan helposti Corenetin puhelutiedoista, sillä vaihtotyössä otetaan käyttöön RAILI – puhelimet vuoden 2011 maaliskuussa. Tämän työn esimerkkitapauksessa käytetään vaihtotyön määrän päättelyyn junapäiväkirjan toteutumaa. Tavarajuna 2211 on pysähtynyt Mikkelin asemalle pidemmäksi aikaa kuin aikataulun mukaan olisi tarvetta. Tästä voidaan päätellä, että kyseisessä kohdassa on tehty vaihtotyötä, josta tulee yksi toimenpidemerkintä.

Dokumentoinnin määrä lasketaan siten, että jokainen ohjattavalla alueella tarkastelutunnin aikana kulkeva juna merkitään yhtenä merkintänä. Sama juna merkitään usean tunnin kohdalle, jos se liikkuu ohjattavalla alueella usean tunnin aikana. Dokumentoinnin määrä on siis näiden määrittelyjen mukaan sama kuin junamäärä. Tässä esimerkkitapauksessa dokumentointiin tulee 5 toimenpidettä.

Mittaristoa tullaan käyttämään myös käyttötarkoituksiin, joissa toteutumatieta ei ole saatavissa ja toimenpidemäärät täytyy ennustaa. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi aikataulujen muutoksesta, isoista ratatöistä tai uuden ohjaustekniikan käyttöönotosta aiheutuvat liikenneohjauksen uudelleenjärjestelyt. Näissä tilanteissa kaikkea mittariston käytön kannalta olennaista tietoa ei ole käytettävissä, koska tulevaisuuden junapäiväkirjan toteutumaa tai puhelutietoja ei luonnollisesti ole saatavissa. Myöhässä olevien junien ja puheluiden määrää voidaan arvioida karkeasti kokemusten perusteella. Esimerkiksi junien kulkiessa keskimäärin 95 %:sti aikataulussa voidaan olettaa 5 %:n olevan myöhässä ja tehdä laskut toimenpidemääristä sen olettamuksen perusteella. Viestinnän määrää voidaan myös arvioida karkeasti etsimällä junapäiväkirjasta kohtia, joissa ohjaajat joutuvat olemaan yhteydessä toisiin liikenteenohjaajiin tai muihin tahoihin ja lisäämällä määrään esimerkiksi 10 % muuta viestintää varten. Käytettäessä ennustettuja arvoja muuttuu mittariston antama arvio suuntaa-antavaksi kuin käytettäessä toteutuneita toimenpidemääriä.

6.3.7 Lopullisen subjektiivisen arviointimenetelmän kehittäminen

Testimittausten jälkeen muokattiin myös alustavaa subjektiivista arviointimenetelmää. Menetelmää muutettiin siten, että mittauksen kohteena olevalla ohjauspöydällä työskennelleiltä ohjaajilta kysytään yleistä arviota työpisteen kuormittavuudesta, ja alustavan menetelmän mittauksissa tunneittain tehtävistä kyselyistä luovuttaisiin.

Lisäksi vastausvaihtoehtoista karsittiin puolet pois, jolloin jäljelle jäi neljä eri vaihtoehtoa. Muutokset tehtiin, koska mittaristolla mitataan kuormittavuutta karkeasti, eikä kuormittavuuden arvioinnin kannalta ole tarpeellista saada niin yksityiskohtaista tietoa kuin alustavalla arviointimenetelmällä saatiin. Menetelmällä ei tarvitse saada tietoa esimerkiksi kuormittavuuden vaihtelusta, koska niitä pystytään ennakoimaan. Tärkeämpää on saada ohjaajien arvio eri työpisteiden yleisestä kuormittavuudesta, jolloin mittaristolla saatuja

tuloksia voidaan verrata ohjaajien näkemyksiin ja täten saadaan varmennus mittariston antamiin tuloksiin.

Menetelmästä karsittiin pois myös apukysymykset, jotka helpottivat oikean vastausvaihtoehdon löytymistä alustavassa subjektiivisessa arvioinnissa, koska niillä ei ollut enää käyttöä yksinkertaisemmassa menetelmässä. Lopullisessa subjektiivisessa arviointimenetelmässä vastausvaihtoehdot ovat seuraavat:

1. **Töitä vähän:** töitä on vähän, ohjaaja tylsistyy
2. **Kohtuullinen kuormittavuus:** ohjaaja selviää työstään kohtuullisella työpanoksella
3. **Kiireinen:** töitä on paljon, mutta ohjaaja ehtii silti hoitamaan tehtävänsä
4. **Työ on liian vaativaa:** työtehtäviä liikaa, eikä niitä ehditä suorittamaan.

6.4 Mittariston esittely

Kuormittavuusmittariston kehittämisprosessin lopputuloksena on Excel – tiedosto, josta löytyy tarvittavat tiedot kuormittavuustarkasteluiden tekemiseen. Tiedoston sisältö on esitetty liitteessä 4. Mittariston osat on jaoteltu tiedoston välilehdille seuraavasti:

- Välilehti 1. Mittariston käyttöohjeet
- Välilehti 2. Työtehtävien jaottelu ja painotus
- Välilehti 3. Toimenpiteiden määrän laskenta (VE1)
- Välilehti 4. Toimenpiteiden määrän arviointi (VE2)
- Välilehti 5. Mittaristo
- Välilehti 6. Arviointilomake ohjaajille.

Tiedoston ensimmäisellä välilehdellä on esitetty mittariston käyttöohjeet. Ohjeistuksessa kerrotaan kuormittavuusarvioinnin eri vaiheista, sekä siitä mihin eri välilehdiltä löytyvää sisältöä on tarkoitus arvioinnissa käyttää. Toisella välilehdellä on esitetty työtehtävien jaottelu ryhmiin sekä ryhmille annetut painokertoimet. Tätä jaottelua käytetään apuna arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa, jossa kerätään tietoa tarkasteltavan ohjauspöydän vaatimasta työmäärästä. Taulukon avulla toimenpiteiden määrän laskentojen suorittaja tietää, mihin ryhmään yksittäiset toimenpiteet kuuluvat.

Ennen kuormittavuusarvioinnin aloittamista täytyy kuitenkin päättää tapa, jolla toimenpidemääristä kerätään tietoa. Vaihtoehtoina on kirjata toimenpiteiden määrät ylös tarkkailemalla liikenteenohjaajan työskentelyä ohjauspöydällä tai arvioida toimenpiteiden määrää junapäiväkirjan ja Corenetiltä tilattavien puhelutietojen perusteella. Jos arvioinnissa päädytään toimenpiteiden määrän laskentaan, käytetään kolmannelta välilehdeltä (VE1 Toimenpiteiden määrän laskenta) löytyviä kirjaustaulukoita. Taulukoihin kirjataan tukkimiehen kirjanpidolla ohjaajan suorittamien toimenpiteiden määrät tunneittain. Laskennoissa on tärkeää käyttää apuna välilehdeltä 2 löytyvää työtehtävien jaottelua, jotta eri mittajaajat laskevat toimenpiteet samalla tavalla ja tulokset ovat vertailukelpoisia. Jos

toimenpiteiden määrää arvioidaan junapäiväkirjan ja puhelutietojen perusteella, on käytettävä välilehdeltä 4 löytyvää taulukkoa. Taulukossa on määritetty se, miten yksittäisten toimenpiteiden määrää voidaan arvioida junapäiväkirjasta ja puhelutiedoista. Tarkemmat ohjeet toimenpiteiden määrän arviointiin löytyvät tämän raportin luvusta 6.3.6.

Kun eri toimenpiteiden määrät on saatu laskettua, syötetään toimenpiteiden määrät välilehdeltä 5 löytyvään taulukkoon. Taulukon tietojen perusteella ohjelma piirtää kaavion, josta voidaan vetää johtopäätöksiä työpisteen kuormittavuudesta ja kuormittavuuden vaihteluista päivän aikana. Kaaviossa esitetään junamäärien ja kuormitusluvun muutokset tunneittain sekä se, mistä toimenpiteistä kuormittavuus muodostuu. Kuormitusluku saadaan yksinkertaisesti kertomalla eri toimenpiteiden määrää niille annetuilla painokertoimilla (2, 1 tai 0,5). Excel kertoo toimenpidemäärät automaattisesti painokertoimilla, joten käyttäjän täytyy vain syöttää toimenpidemäärät taulukkoon. Kuormitusluvulle ei tämän työn puitteissa määritetty tavoitearvoa, joten vielä pelkällä kuormitusluvulla ei voida tehdä syvällisiä johtopäätöksiä kuormittavuuden tasosta. Tulevaisuudessa tavoitearvo tullaan määrittämään luvussa 6.3.5 esitetyllä tavalla.

Mittariston antaman kuormittavuusarvion tueksi kysytään liikenteenohjaajien arviota tarkasteltavan ohjauspöydän kuormittavuudesta. Arvioinnissa voidaan käyttää apuna välilehdeltä 6 löytyvää arviointilomaketta. Lomakkeessa on kuvattu lyhyesti 4 eri kuormittavuusvaihtoehtoa, joista ohjaajat voivat valita mitattavaa pöytää parhaiten kuvaavan vaihtoehdon. Ohjaajien omakohtaisen arvioinnin tarkoituksena on tarkastaa, antaako mittaristo oikeansuuntaisen arvion pöydän kuormittavuudesta. Jos arviot eroavat toisistaan, täytyy pyrkiä selvittämään mistä erot johtuvat ennen kuin päätöksiä tehdään.

6.5 Mittariston arviointi

Kuten aikaisemmin todettiin, kuormituksella ei ole yksittäistä oikeaa arvoa, vaan sitä voidaan arvioida monella tavalla ja monesta eri näkökulmasta. Mittariston antamia tuloksia tuleekin tarkastella kriittisesti, suuntaa-antavana arviona työpisteen kuormittavuudesta. Vaikka mittaristo ei anna eksaktia arviota kuormittavuudesta, on äärimmäisen tärkeää, että mittariston antamat tulokset ovat luotettavia ja vertailukelpoisia keskenään. Tällöin pystytään vertailemaan eri työpisteiden työn kuormittavuutta ja paikantamaan pisteitä, joissa työn kuormittavuus ei ole optimaalisella tasolla.

Mittariston validiteettia ja reliabiliteettia on vaikea arvioida tämän työn pohjalta, koska lopullisesta mittaristosta ei ole vielä käyttökokemusta. Voidaan kuitenkin todeta, että uusi mittaristo mittaa kuormittavuutta tarkemmin kuin kehityksen lähtökohtana ollut Itä-Suomen mittaristo. Validiteetin parantumiseen vaikuttaa painokertoimien lisääminen kuormitustekijöille, jolloin kuormittavuus ei määräydy pelkästään työtehtävien määrän mukaan, vaan kuormittavimpien sekä vähemmän kuormittavien työtehtävien vaikutusta kokonaiskuormittavuuteen saadaan todenmukaisemmaksi. Painokertoimilla saadaan otettua huomioon myös päänsisäinen työ, jota ei huomioitu vanhalla mittaristolla lainkaan. Tulosten

luotettavuutta parantaa myös subjektiivisen arvioinnin ottaminen mukaan arviointiin. Mittariston antamia arvioita voidaan verrata ohjaajien omakohtaisiin arvioihin kuormittavuudesta, ja täten saadaan varmistus sille, onko mittaristo antanut oikeansuuntaisia tuloksia.

Mittariston reliabiliteettiä on parantanut kuormitustekijäryhmien tarkempi määrittely, jonka vuoksi toimenpiteitä laskevat henkilöt merkitsevät eri toimenpiteiden määrät todennäköisemmin niille tarkoitettuihin ryhmiin. Uudessa mittaristossa on myös tarkasti määritelty se, mikä lasketaan yksittäiseksi toimenpiteeksi. Esimerkiksi aikaisemmin ongelmana ollut dokumentoinnin määrän korostuminen ei ole ongelma uudella mittaristolla. Mittariston antamia tuloksien vertailukelpoisuutta heikentää se, että toimenpiteiden määrän laskemiseen on käytettävissä kaksi erilaista menetelmää. Tulevaisuudessa raskaat toimenpiteidemäärien laskennat tullaan todennäköisesti korvaamaan toimenpiteiden määrien päättelyllä junapäiväkirjasta ja puhelutiedoista, jolloin mittariston antamien tuloksien vertailussa ei ole ongelmia.

Mittariston muut tavoitteet esitettiin luvussa 5.2 seuraavasti: mittariston tulee olla yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä, mittaristolla tulee pystyä ennakoimaan tulevaa kuormitusta ja mittariston tulee toimia koko Suomessa. Uusi mittaristo ei ole sinällään yhtä helposti ymmärrettävä kuin Itä-Suomen mittaristo, koska toimenpiteiden määrää on painotettu ja tuloksena on kuormitusluku, eikä toimenpiteiden määrä tuntia kohti. Yksinkertaisuuden ja ymmärrettävyyden heikkeneminen oli välttämätöntä, koska mittariston valideiteettiä haluttiin parantaa painokertoimien avulla. Painokertoimista huolimatta mittariston tulokset ovat ymmärrettäviä, mutta niiden ymmärtäminen vaatii tutustumista mittariston toimintaan. Mittariston ymmärrettävyyttä heikentää aluksi myös se, että kuormitusluvulle ei tämän työn puitteissa määritetty tavoitearvoa. Kuormitusluvusta ei pystytä tekemään syvällisiä päätelmiä työpisteen kuormittavuudesta, jos kuormitusluvulle ei ole määritetty optimitasoa. Tilanne korjautuu, kun tavoitearvo määritetään testimittausten perusteella.

Mittaristolla voidaan ennakoida tulevaa kuormitusta uuden toimenpiteiden määrän laskentaan tarkoitetun menetelmän kehittämisen myötä. Ennustamiseen käytettäessä mittaristoon syötettävät toimenpidemäärät joudutaan ainakin osittain arvioimaan karkeasti, koska käytössä ei ole toteutumatietoja. Käytettäessä ennustettuja arvoja muuttuu mittariston antama arvio enemmän suuntaa-antavaksi kuin käytettäessä toteutuneita toimenpidemääriä. Toisaalta mittariston antama ennuste on kuitenkin selvästi luotettavampi kuin metodittomaan harkintaan perustuva tai perustelematon arvio.

Uutta mittaristoa voidaan käyttää eri ohjausalueilla, vaikka käytössä on erilaisia ohjausjärjestelmiä. Mittaristoon määritettiin tarkasti se, mikä määritellään yksittäiseksi toimenpiteeksi käytettäessä erilaisia ohjaustekniikoita. Aikaisemmassa mittaristossa määrittely oli väljä, minkä vuoksi mittaajat merkitsivät toimenpiteiden määrät kukin omalla tavallaan. Mittariston käyttöä helpottaa myös tehtävien tarkempi määrittely, jolloin ei ole epäselvää mihin kohtaan kukin toimenpidemäärä merkitään.

Kuormittavuusarvioinnin kustannustehokkuutta lisää se, että aikaavieviä laskentoja ei jouduta tekemään, vaan mittaristoon tarvittavat tiedot saadaan päättelämällä junapäiväkirjasta sekä puhelutiedoista. Näin ollen laskentoihin ei tarvitse irroittaa liikenteenohjaajaa varsinaisista työtehtävistään.

7 PÄÄTELMÄT

7.1 Kuormittavuuden mittaaminen rautateiden liikenteenohjauksessa

Rautateiden liikenteenohjauksessa on käynnissä kehittämistoimia, sillä liikennetilanteen kokonaisvaltaista hallintaa ja sen keinoja halutaan parantaa. Lisäksi liikenteenohjaustyön ja -järjestelmien ylimääräisiä kustannuksia pyritään karsimaan mm. keskittämällä ja hankkimalla uutta tekniikkaa. Työn muutoksen vaikutusta työn kuormittavuuteen on tärkeää arvioida työtehtävien uudelleenorganisoinnin yhteydessä, jotta uusitut työtehtävät eivät aiheuta pitkittävää liian korkeaa tai matalaa kuormitusta. Kuormittavuusmittariston avulla voidaan löytää optimaalinen kuormitustaso sekä työn tehokkuuden että työntekijöiden kannalta.

Työn kuormittavuuden arviointi on haastellista, koska kuormittavuus on subjektiivista eli jokainen työntekijä kokee kuormituksen tavallaan. Arvioita kuormittavuuden tasosta on siis yhtä monta kuin on työntekijöitäkin. Mitattaessa liikenteenohjaajien työn kuormittavuutta vaikeusastetta lisää se, että työ on suurimmaksi osin pään sisällä tapahtuvaa loogiseen ajatteluun perustuvaa prosessointia, jonka määrää on erittäin vaikeaa mitata luotettavasti. Kuormittavuusmittaristoa kehitettäessä on hyväksyttävä se fakta, ettei mittauskohdetta voida mitata tarkasti. Liikenteenohjaustyöhön kuuluu suuri määrä työpisteittäinkin vaihtelevia työtehtäviä, että kuormittavuusmittaristoa kehitettäessä on järkevää pyrkiä löytämään kuormituksen pääasialliset lähteet ja jättää tarkastelun ulkopuolelle vähemmän kuormittavat tekijät. Jokaista mahdollista kuormitusta aiheuttavaa tekijää ei ole mielekästä sisällyttää mittaristoon myöskään siitä syystä, että mittariston käyttöä varten tarvittavan tiedon hankkiminen ja sen toimivuuden validointi muuttuisi entistä työläämmäksi. Kokonaiskuormittavuuden kannalta lähes merkityksettömien tekijöiden selvittäminen ei ole niiden aiheuttaman lisätyömäärän arvoista.

Toinen mittariston kehittämistä rajoittava tekijä on se, että lyhytaikaisia työn kuormittavuuden vaihteluita ei voida ennakoida. Liikenteenohjauksessa kuormittavuuden vaihtelut ovat erityisen voimakkaita, koska häiriötilanteissa työmäärä saattaa kasvaa merkittävästi, jopa moninkertaiseksi normaaliliikennetilanteeseen verrattuna. Koska häiriöitä ja muita työmäärään vaikuttavia tekijöitä ei pystytä ennustamaan, ei ole mielekästä pyrkiä ennustamaan mittaristolla kuormituksen lyhytaikaisia muutoksia. Mittaristolla tulee pystyä ennustamaan työpisteen yleinen kuormituksen taso, mutta kuormituksen lyhytaikaiset vaihtelut tulee ottaa huomioon työjärjestelyiden suunnittelua tehtäessä jättämällä kuormituksen yläpäähän toleranssia ennakoimattomien tilanteiden aiheuttamaa kuormittavuuden nousua varten. Tällöin ohjaajilla jää kapasiteettia suoriutua erilaisista ennakoimattomista liikennetilanteen vaihteluista ja työn kuormittavuuden muutoksista.

Nykyisin Itä-Suomessa käytettyssä kuormittavuusmittaristossa kuormittavuuden tasoa arvioidaan suoritettujen työtehtävien määrän mukaan. Mittaristo perustuu oletukseen, että työn kuormittavuus vaihtelee fyysisesti suoritettujen työtehtävien määrän mukaisesti. Vanhan

mittariston parantamisen lähtökohtana oli se, että kuormitustekijöille täytyi määrittää painokertoimet, jolloin mittariston validiteettia saadaan kasvatettua. Painokertoimia käyttämällä mittaristossa voidaan ottaa huomioon toimenpiteiden määrän lisäksi myös se, että työtehtävät eivät ole keskenään yhtä kuormittavia. Esimerkiksi liikenneviestintään kuuluvat puhelut vievät huomattavasti enemmän ohjaajan aikaa kuin dokumentaatio. Painokertoimilla voidaan määrittää työtehtäville erilaiset painoarvot riippuen siitä, kuinka kuormittavasta työtehtävästä on kysymys.

Kuormittavuusarvioinnin validiteettia voidaan parantaa myös tutkimalla työn kuormittavuutta usealla eri menetelmällä. Toimenpiteiden määrään perustuvien menetelmien rinnalla käytetään yleensä subjektiivista arviointia, joissa työntekijät saavat esittää oman arvionsa työn kuormittavuudesta. Subjektiivinen arviointi sopii käytettäväksi toimenpiteiden määrään perustuvan mittariston rinnalla myös liikenteenohjauksessa. Ohjaajien arvion perusteella voidaan päätellä onko mittariston arvio oikeansuuntainen suhteessa itse liikenteenohjaustyössä koettuun.

Kuormittavuusarvioinnin kannalta mittariston antamien tulosten tarkkuutta olennaisempi seikka on mittariston antamien tulosten vertailukelpoisuus riippumatta mittariston käyttäjästä. Mittariston antama arvio kuormittavuudesta ei voi olla tarkka, mutta mittariston tulee olla reliabeeli, jotta voidaan vertailla eri ohjauspöytien välisiä kuormituseroja luotettavasti. Vanhassa kuormittavuusmittaristossa ongelmana oli se, että kuormitustekijöitä ei määritetty yksiselitteisesti, jolloin jokainen mittariston käyttäjä kirjasi toimenpidemäärät omalla tavallaan. Jos mittaristossa on määritetty tarkasti mikä lasketaan yhdeksi toimenpiteeksi ja mihin työnosaan kuuluvaksi toimenpiteet merkitään, saadaan tuloksista vertailukelpoisia, koska tällöin eri mittajaat kirjaavat määrät samalla tavoin.

Vanhan mittariston käytettävyyttä heikentävät raskaat laskennat, joissa liikenteenohjaajan työskentelyä seurataan vierestä ja kirjataan toimenpiteiden määrät ylös. Mittauksia varten joudutaan irrottamaan liikenteenohjaajia varsinaisista työtehtävistään, ja heidän täytyy pysyä valppaina koko mittauksen ajan, jotta kaikki toimenpiteet tulevat kirjatuksi. Mittariston käytettävyyden kannalta on oleellista, että siihen syötettävät toimenpidemäärätiedot voidaan kartoittaa vaivattomalla menetelmällä.

7.2 Uusi mittaristo

Tässä työssä kehitetyn mittariston tavoitteena on pystyä mittaamaan liikenteenohjaustyön kuormittavuutta eri ohjausalueilla huolimatta ohjausalueiden erilaisista ominaisuuksista sekä pystyä ennustamaan kuormituksen muutoksia tilanteissa, joissa työ ja sen reunaehdot muuttuvat. Mittariston tarkoituksena on tuoda päätöksenteon avuksi konkreettisia arvioita eri työpisteiden kuormittavuudesta sekä tulevien muutosten vaikutuksesta kuormittavuuteen, mikä helpottaa työjärjestelyiden suunnittelua ja kehittämistä. Työn uudelleenorganisoinnin tavoitteena on löytää työkuormitukselle sopiva taso niin työn tehokkuuden ja laadun kuin myös työntekijöiden työssä jaksamisen kannalta.

Kehitettyä mittaristoa voidaan käyttää useisiin tarpeisiin. Mittaristolla voidaan mitata yksittäisten työpöytien kuormitusta sekä vertailla kuormituksen eroja eri työpöytien välillä. Mittaristoa voidaan käyttää myös arvioitaessa uuden tekniikan käyttöönoton, poikkeustilanteen tai muun työhön vaikuttavan muutoksen vaikutusta työn kuormittavuuteen. Lisäksi mittaristoa voidaan käyttää uuden tekniikan hankintavaiheessa apuna vertailtaessa eri vaihtoehtojen vaikutusta liikenteenohjauksen työmäärään.

Työssä kehitetty mittaristo perustuu liikenteenohjauksessa tehtävien toimenpiteiden määrän laskemiseen. Toimenpiteiden määrää on painotettu riippuen siitä, mikä työtehtävä on kyseessä. Näin saadaan harhattomampi arvio työn kuormittavuudesta, koska työtehtävien erilaisuus on otettu huomioon. Mittariston antama tulos on kuormitusluku, joka kertoo mittaushetkellä olevan ohjauspöydän kuormittavuudesta. Tulevaisuudessa kuormitusluvulle on määritettävä arviointiasteikko sekä tavoitearvo, jotta kuormitusluvun perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä kuormittavuuden tasosta. Asteikkoa ei määritelty tämän työn puitteissa, koska määrittelyn täytyy perustua laajoihin testimittauksiin. Lisäksi ennen mittariston lopullista määrittämistä täytyy kuunnella yleistä reaktiota, jonka perusteella mittaristoon voidaan tehdä vielä hienosäätöä ennen sen varsinaista käyttöönottoa.

Vaikkei mittaristoa saatu työn puitteissa täysin lopulliseen muotoon, on sen kehittämisen kannalta otettu kaikkein keskeisimmät edistysaskeleet. Tämän työn tärkein kontribuutio mittariston kehitysprosessille työtehtävien painottamisen ohella oli saada mittaristoon mukaan otettavat työtehtävät määritettyä yksiselitteisesti siten, että mittaristolla saadaan vertailukelpoisia tuloksia eri ohjausalueilta riippumatta ohjattavan alueen ominaisuuksista. Merkittävänä uudistuksena voidaan pitää myös sitä, että mittariston antamien tulosten tueksi kysytään liikenteenohjaajien subjektiivista arviota mitattavan työpisteen kuormittavuudesta. Näin ollen saadaan arvio kuormittavuudesta toisesta näkökulmasta, jonka perusteella voidaan päätellä onko mittariston antamat tulokset oikeansuuntaisia.

Mittariston käyttöä varten kerättävä tieto toimenpidemäärästä voidaan saada usealla tavalla. Toimenpiteiden määrän selvittämiseen kehitettiin vaivattomampi keino, joka perustuu toimenpidemäärien päättelyyn junapäiväkirjasta sekä puhelutiedoista. Päättely helpottaa toimenpiteiden laskemista, koska pitkät laskennat voidaan korvata menetelmällä, joka vaatii huomattavasti vähemmän työtä. Päättelemällä ei kuitenkaan saada todellisia toimenpidemääriä, koska joidenkin toimenpiteiden osalta joudutaan turvautumaan karkeaan arvioon. Toisaalta mittariston antamaan arvioon ei muutaman yksikön ero toimenpidemäärissä ratkaisevasti vaikuta, koska tuloksena on jokatapauksessa karkea arvio. Tulevaisuudessa on mittariston tulosten vertailukelpoisuuden vuoksi tärkeää käyttää toimenpiteiden määrittelyyn vain yhtä menetelmää. Toimivammalta ratkaisulta vaikuttaa tämän tutkimuksen pohjalta päättelyyn perustuva menetelmä.

Kuormittavuusmittaristoa käytettäessä täytyy muistaa se, että mittariston antama tulos on vain suuntaa-antava arvio kuormittavuuden tasosta. Arviota ei voida käyttää määrittävänä tekijänä päätöksenteossa, vaan arvion tulee toimia päätöksentekoa tukevana materiaalina.

7.3 Työn arviointi

Työn tavoitteena oli kehittää kuormittavuusmittaristo, jota pystytään käyttämään liikenteenohjauksen kuormittavuustarkasteluissa jokaisessa Suomen ohjauskeskuksessa riippumatta paikallisista ohjaustekniikoista tai muista ohjausalueiden vaihtelevista ominaisuuksista. Uuden mittariston kehittäminen aloitettiin teoriaosuudessa, jossa on käsitelty kattavasti liikenteenohjaajan työn kuormittavuuden luonnetta, liikenneohjauksen toimintaympäristöä Suomessa sekä työn kuormittavuuden mittaamista. Myös ulkomaisia kuormittavuusmittaristoja on esitetty, vaikka rautateiden liikenteenohjaajien työkuormitukseen liittyviä tutkimuksia ja kirjallisuutta saatavilla niukasti. Työn lähtökohtana olleen Itä-Suomessa käytössä olleen mittariston kehittämistarpeita on onnistuttu arvioimaan ja muokkaaman mittaristo sopimaan paremmin sille esitettyihin vaatimuksiin.

Työtä varten on henkitty monipuolisesti tietoa niin kirjallisuustutkimuksella, haastatteluilla, työpajassa kuin vierailukäynneillä sekä testimittauksilla ohjauskeskuksissa. Mittariston kehittämistä ei ole tehty pelkästään kirjallisuustutkimuksen pohjalta, vaan työssä on kuunneltu liikenteenohjaajien, liikenteenohjauksen esimiesten ja muiden asiantuntijoiden näkemyksiä. Työssä tehtiin uudelleen työtehtävä- ja toimenpidejaottelu, joka mahdollistaa mittariston käytön eri ohjausalueilla, sekä aloitettiin kehittämään toimenpiteidenlaskentaan menetelmää, joka mahdollista tulevan kuormittavuuden ennustamisen työn muutostilanteissa. Lisäksi työssä määritettiin onnistuneesti eri työtehtäville painokertoimet, jotka parantavat mittariston validiteettiä.

Toisaalta mittaristoa ei ehditty testaamaan työn puitteissa riittävän tarkasti, jotta mittariston kuormitusluvun tulkintaan tarvittava arviointiasteikko ja tavoitearvo pystyttäisiin lopullisen tarkasti määrittelemään ja ottamaan painokertoimet käyttöön. Mittariston arvioinnissa ja päätelmissä esitettiin tästä johtuen ehdotuksia, joiden pohjalta mittariston sekä uuden toimenpiteiden laskentamenetelmän kehittämistä voidaan jatkaa. Kehittämistyötä jatketaan Itä-Suomessa, jossa uuden mittariston mukainen työtehtävä- ja toimenpidejaottelu otetaan käyttöön välittömästi kuormittavuusarvioinneissa. Vaikkei työssä saatu kehitettyä mittaristoa valmiiksi, on työssä kuitenkin luotu keskeinen pohja sille, että mittaristo voitaisiin ottaa käyttöön Itä-Suomen lisäksi myös muissa ohjauskeskuksissa. Joka tapauksessa voidaan todeta, että työssä saavutettiin työlle asetetut tavoitteet hyvin, ja että työn keskeiset tulokset ja päätelmät vaikuttavat lupaavalta. Tässä työssä on rakennettu kestävä perusta liikenteenohjaustyön kuormittavuuden mittaamiselle.

7.4 Jatkotutkimusaiheet

Työn aikana on noussut esille muutamia aiheita, joita on tulevaisuudessa syytä tutkia tarkemmin.

Mittariston testaaminen kaksi- tai useampiraiteisilla rataosilla

Työssä ei ole vielä testattu uuden mittariston painokertoimia testimittauksilla. Jatkossa on tärkeää testata sitä, kuvaavatko työnosaryhmille ”turvatut junakulkutiet 1-raiteisilla rataosuuksilla” ja ”turvatut junakulkutiet 2- tai useampiraiteisilla rataosilla” annetut painokertoimet todenmukaisesti junakulkuteiden turvaamisen aiheuttaman kuormituksen eroa näiden ryhmien välillä. Nyt 1-raiteisilla osuuksilla painokerroin on kaksi kertaa suurempi kuin usearaiteisilla rataosilla. Mittaristoa tulee testata vielä ohjauspöydillä, joista ohjataan usearaiteista rataosaa, jolloin nähdään onko turvattujen junakulkuteiden osuus muihin työnosaryhmiin verrattuna liian pieni nykyisellä kertoimella 0,5. Jos painokerroin ei vastaa todenmukaista kuormittavuutta, voidaan sen arvoa nostaa lähemmäs arvoa 1.

Arviointiasteikon sekä tavoitearvon määrittäminen kuormitusluvulle

Jotta kuormitusluvun perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä kuormittavuuden tasosta, täytyy sen tulkitsemiseksi kehittää arviointiasteikko sekä asettaa tavoitearvo. Jatkotutkimuksessa täytyy määrittää kuormitusluvun arvot, joissa työpisteen kuormittavuus kasvaa liian suureksi, eivätkä ohjaajat ehdi hoitamaan työtehtäviä, tai kuormittavuus laskee liian pieneksi ja ohjaaja tylsistyy. Asteikon raja-arvot voidaan määrittää esimerkiksi testaamalla mittaristoa työpöydillä, jotka kokemuksesta tiedetään paljon tai vähän kuormittavaksi. Näiltä pöydiltä saatujen kuormituslukujen perusteella voidaan löytää kohtia kuormitusluvun asteikolla, joiden väliin tavoitearvo tulee määrittää.

On myös tärkeää tietää, voidaanko kuormitusluvulle asettaa sama tavoitearvo eri ohjauskeskuksissa, koska ohjattavien alueiden ominaisuudet vaihtelevat merkittävästi. Tavoitearvo voi olla järkevää esimerkiksi määrittää vilkkailla ja pitkälle automatisoiduilla ohjausalueilla matalammaksi kuin vähäliikenteisillä alueilla, koska vilkkailla alueilla työmäärä lisääntyy enemmän poikkeustilanteissa, joissa automatiikka joudutaan kytkemään pois päältä. Täten vilkkaiden rataosien ohjaajilla tulisi olla enemmän kapasiteettia toimia poikkeustilanteissa kuin hiljaisempien alueiden ohjaajilla.

Päätteilyyn perustuvan toimenpidemäärien laskentamenetelmän testaus

Uutta toimenpidemäärien laskentamenetelmää ei varsinaisesti tämän työn puitteissa testattu. Jatkossa on syytä testata menetelmää eri ohjauspöydillä tehtävien laskentojen rinnalla, jotta voidaan todeta antaako menetelmä samansuuntaisia toimenpidemääriä kuin laskennat. Toimenpiteiden määrän laskemiseen tulisi jatkossa siirtyä käyttämään vain yhtä menetelmää, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia.

Toimenpidemäärien laskennan automatisointi

Yksi mahdollinen tutkimuskohde on se, onko tulevaisuudessa mahdollista saada toimenpidemäärät ainakin osittain suoraan ohjausjärjestelmästä. Tämä ei liene mahdotonta, koska liikenteenohjausta hoidetaan nykyään pääosin tietokoneohjelmien avulla ja vanhat asetinlaitteet siirtyvät vähitellen historiaan. Jos järjestelmä pystyisi tallentamaan ohjausjärjestelmällä tehtyjen toimenpiteiden määrät ja niiden ajat Corenetin puhelutietojen tapaisesti, muuttuisi toimenpidemäärien laskenta yksinkertaisemmaksi ja vaivattomammaksi.

Työn kuormittavuuden mittaaminen liikenteen infokeskuksessa

Mittaristo on kehitetty käytettäväksi liikenteenohjauksen työkuormitukseen mittaamiseen, mutta sitä voidaan käyttää mahdollisesti myös infokeskuksessa, jolle on eriytetty Etelä-Suomen liikenteenohjauksen vastuu matkustainformaatiosta. Ennen mittariston käyttöä infokeskuksessa täytyy kuitenkin tutkia täytyykö menetelmään tehdä muutoksia vai soveltuuko se tehtävään suoraan.

LÄHDELUETTELO

Ala-Laurinaho, A., Launis, K., Lehtelä, J., Piispanen, P. 2009a. Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän (ESKO) käyttöönotto ja muutokset liikenteenohjaustyössä. Ratahallintokeskuksen julkaisu A 8/2009. Helsinki.

Ala-Laurinaho, A., Heikkilä, H., Launis, K., Piispanen, P. 2009b. Konseptimuutos rautateiden liikenteenohjauksessa – esimerkki Etelä-Suomesta. Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti. Toiminnan, kehityksen ja oppimisen tutkimusyksikkö, Helsingin yliopisto. Helsinki.

Arnegard, R.J. 1991. Operator Strategies Under Varying Conditions of Workload. NASA Contractor Report 4385. Springfield, Virginia.

Bridger, R.S. 2009. Introduction to ergonomics. Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Bäckstöm, J., Lehtinen, T., Pitkänen, J-P. 2007. Ratahallintokeskuksen strategioita ja selvityksiä 2/2007. Helsinki.

Clark, T.S., Corlett, E.N. 1995. The Ergonomics of Workspace and Machines: A Design Manual. Taylor & Francis Group, Lontoo.

Cooper G.E., Harper, R.P. 1969. The Use of Pilot Rating in the Evaluation of Aircraft Handling Qualities. National Aeronautics and Space Administration. Moffet Field, California.

Dempsey, P.G., Wogalter, M.S., Hancock, P.A. 2006. Defining Ergonomics/Human Factors. The International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors. Taylor & Francis Group, Lontoo: 32-35.

de Waard, D. 1996. The Measurement of Drivers' Mental Workload. University of Groningen, Hollanti.

Dul, J., Weerdmeester, B. 1993. Ergonomics for Beginners. Taylor & Francis Group, New York.

Euroopan komissio. 2003. Eurooppa tienhaarassa - Kestävän liikenteen tarve. Euroopan komissio, Lehdistö- ja viestintäpääosasto.

Farmer, E., Brownson, A. 2003. Review of Workload Measurement, Analysis and Interpretation Methods. European Organization for the Safety of Air Navigation.

Granberg, M. 2005. Raitoliikenteen häiriötiedotuksen laajentaminen. HKL:n julkaisu D: 4/2005. Helsinki.

Haastattelu. 2010. Diplomityön ohjaajan Raija Karkkosen haastattelu helmikuussa 2010.

Haavisto, M-L., Oksama, L. 2007. Kognitiivisen kuormituksen arviointi: esimerkkinä hävittäjäalentäjän tehtävä- ja kuormitusanalyysi. Työ ja ihminen 1/2007: Kuormittuneisuus I. Työterveyslaitoksen julkaisu, Helsinki.

Haavisto, M-L., Ruuhilehto, K., Oedewald, P. 2010. Rautateiden liikenteenohjaus ratatöiden aikana. VTT:n luottamuksellinen julkaisu. Helsinki.

Hart, S.G., Staveland, L.E. 1988. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. Human Mental Workload. Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 139-184.

Huey, B.M., Wickens, C.D. 1993. Workload Transition: Implications for Individual and Team Performance. National Academy Press, Washington D.C.

Immonen, J., Ojala, K. 2008. Radio 2000 ja GSM-R ohjaamopuhelin. Veturimies –lehti 4/2008. Helsinki.

International Ergonomics Association. (2000). What is Ergonomics. Saatavissa: www.iea.cc. Viitattu: 26.3.2010.

Järvenpää, E., Teikari, V. 1997. Hyvinvointi ja kuormittuminen organisaatiossa. Johdatus työpsykologiaan. Otatieto, Espoo: 41-48.

Krüger, A. 2008. A systems approach to the assessment of mental workload in a safety-critical environment. University of Pretoria. Pretoria.

Kujansivu, P., Lönnqvist, A., Jääskeläinen, A., Sillanpää, V. 2007. Liiketoiminnan aineettomat menestystekijät. Talentum. Helsinki.

Laitinen, E. 1998. Yritystoiminnan uudet mittarit. Yrityksen tietokirjat. Helsinki

Levo, J., Lähesmaa, J., Hautala, R., Pajunen, K. 2004. Rautatieliikenteen häiriöhallinnan toimintamalli. FITS –julkaisuja 46/2004. Helsinki.

Liikenteenohjauksen käsikirja 1.11.2008. 2008. RHK. Helsinki.

Liikenteenohjaukseen tutustuminen. 2010. Tutustumiskäynnit Pieksämäen ja Helsingin Linnunlaulun ohjauskeskuksilla sekä Kuopion liikenteenohjauspisteessä helmi-maaliskuussa 2010.

- Lindtsröm, K. 1994. Työyhteisön kehittämisen suunnittelu ja toteutus. Terve työyhteisö – kehittämisen malleja ja menetelmiä. Työterveyslaitos, Helsinki.
- Lindtsröm, K. 2003. Miten työkuormitusta ja työntekijän kuormittumista arvioidaan? Työterveiset –lehti 2/2003. Työterveyslaitos, Helsinki.
- Lindtsröm, K., Elo, A-L., Kandolin, I., Ketola, R., Lehtelä, J., Leppänen, A., Lindholm, H., Rasa, P-L., Sallinen, M., Simola, A. 2003. Työkuormitus ja sen arviointimenetelmät. Työterveyslaitos, Helsinki.
- Macdonald, W. 2001. Train controllers interface design and mental workload. People in Control. The Institution of Electrical Engineers, Lontoo: 239–258.
- Meshkati, N. 1988. Heart Rate Variability and Mental Workload Assessment. Human Mental Workload. Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 101-115.
- Meshkati, N., Hancock, P.A., Mansour, R. 1991. Techniques in mental workload assessment. Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology. Taylor & Francis Group, Lontoo: 605-627.
- Moray, N. 1979. Mental Workload: Its Theory and Measurement. Plenum Press. New York.
- Oedewald, P., Reiman, T. 2006. Turvallisuuskriittisten organisaatioiden toiminnan erityispiirteet. VTT Publications 593, Espoo.
- Olkkonen, T. 1993. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. Teknillinen korkeakoulu, Espoo.
- Pickup, L., Wilson, J., Norris, B., Michell, L., Morriscoe, G. 2005a. The Integrated Workload Scale (IWS): A new self-report tool to assess railway signaller workload. Applied Ergonomics, Volume 36, Issue 6, November 2005, Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 681-693.
- Pickup, L., Lowe, E., Wilson J. 2007. An Overview of the Development, Testing and Application of the Workload Toolkit. Saatavissa: <http://lizhilton.tripod.com/Laura/home.htm>. Viitattu 9.3.2010.
- Pickup, L., Wilson, J., Lowe, E. 2009. The Operational Demand Evaluation Checklist (ODEC) of workload for railway signalling. Applied Ergonomics, Volume 41, Issue 3, May 2010, Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 393-402.

Popkin, S., Gertler, J., Reinach, S. 2001. A Preliminary Examination of Railroad Dispatcher Workload, Stress, and Fatigue. U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration. Washington D.C.

RHK:n Liikennekeskuksen esite. 2008. Helsinki.

Saatavissa: http://www.rhk.fi/radan_kaytto/liikenteenohjaus/liikennekeskus/.

Viitattu: 5.2.2010.

RHK. 2008. Ohjeet rautatieliikenteessä annettavien lupien dokumentoinnista 1.1.2008. Ratahallintokeskuksen ohje. Helsinki.

RHK. 2009. Rataverkon kuvaus 1.1.2010. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F 8/2009. Helsinki.

Reid, G.B., Nygren, T.E. 1988. The subjective workload assessment technique: a scaling procedure for measuring mental workload. Human Mental Workload. Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 185–218.

Reid, M., Ryan, M., Clark, M., Brierley, N., Bales, P. 2000. Case study –predicting signaller workload. Proceedings of the IRSE Younger Members Conference, 2000.

Reinach, S. 2007. Preliminary Development of a Railroad Dispatcher Taskload Assessment Tool: Identification of Dispatcher Tasks and Data Collection Methods. U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration. Washington D.C.

Seppälä, P. 1994. Työn suunnittelu ja uudelleenmuotoilu. Terve työyhteisö – kehittämisen malleja ja menetelmiä. Työterveyslaitos, Helsinki.

Sillanpää, J., Saarinen, K. 2004. Työn fyysinen kuormittavuus ja riskinarviointi. Tampereen alueterveyslaitos, Tampere.

Stanton, N.E., Salmon, P.M., Walker, G.H., Baber, C, Jenkins, D.P. 2005. Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design. Ashgate Publishing, Aldershot.

Suvanto, T., Mäkitalo, M. 2006. Rautateiden liikenteenohjauksen järjestäminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 44/2006. Helsinki.

Työministeriö. 2003. Opas työn kuormittavuuden arvioimiseen: kuorma kevyemmäksi. Työministeriö, Helsinki.

Vicente, K.J. 1999. Cognitive Work Analysis. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Wickens, C.D., Hollands, J.G. 2000. Engineering Psychology and Human Performance. Prentice-Hall Inc., New Jersey.

Wilson, G.F., O'Donnell R.D. 1988. Measurement of operator workload with the Neuropsychological Workload Test Battery. Human Mental Workload, Elsevier Science Publishers, Amsterdam: 63 – 100.

Wilson, J.R., Corlett, E.N. 1991. Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology. Taylor & Francis Group, Lontoo.

Wilson, J., Pickup, L., Nichols, S., Mitchell, L. 2005. Understanding of Mental Workload in the railways. Rail Human Factors Supporting the Integrated Railway. Ashgate Publishing, Aldershot: 309-318.

Wilson G.F., Eggemeier, F.T. 2006. Mental Workload Measurement. The International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors. Taylor & Francis Group, Lontoo: 814-817.

The Workload Toolkit. 2007. Nottingham Universityn tutkijoiden ylläpitämä sivusto Network Railille kehitetyistä liikenteenohjaajien työn kuormittavuuden mittausmenetelmistä. Saatavissa: <http://lizhilton.tripod.com/Laura/home.htm>. Viitattu 9.3.2010.

LIITTEET

- Liite 1. Kuormittavuusmittariston kehittämiseen liittyneen työpajan osallistujalista.
- Liite 2. Työpajassa suoritettun tehtäväanalyysin perusteella laadittu taulukko liikenteenohjauksen tehtävistä.
- Liite 3. Corenetiltä saadut puhelutiedot Repoveden kauko –ohjausalueelta.
- Liite 4(1). Mittariston välilehti 1. Mittariston käyttöohjeet
- Liite 4(2). Mittariston välilehti 2. Työtehtävien jaottelu ja painotus
- Liite 4(3). Mittariston välilehti 3a. Toimenpiteiden määrän laskenta (VE1)
- Liite 4(4). Mittariston välilehti 3b. Toimenpiteiden määrän laskenta (VE1)
- Liite 4(5). Mittariston välilehti 4. Toimenpiteiden määrän arviointi(VE2)
- Liite 4(6). Mittariston välilehti 5a. Kirjaustaulukko
- Liite 4(7). Mittariston välilehti 5b. Kuormittavuuskaavio
- Liite 4(8). Mittariston välilehti 6. Arviointilomake ohjaajille.

Kuormittavuusmittariston kehittämiseen liittyneen työpajan osallistujalista.

Juha Sairanen	VR, ohjauskeskuksen päällikkö, Länsi-/Pohjois-Suomi
Jonas Eriksson	VR, ohjauspalvelupäällikkö, Tampere
Seppo Riihimäki	VR, ohjauspalvelupäällikkö, Seinäjoki
Matti Hautakangas	VR, liikenteenohjaaja, Tampere
Anssi Kortesoja	VR, liikenteenohjaaja, Seinäjoki
Leo Ruotsalainen	VR, liikenteenohjaaja, Oulu
Marja Vihinen	VR, liikenteenohjaaja, Helsinki
Terho Lankinen	VR, ohjauskeskuksen päällikkö, Itä-Suomi
Jari Peltonen	VR, ohjauspalvelupäällikkö, Pieksämäki/Joensuu
Harri Vauhkonen	VR, ohjauspalvelupäällikkö, Kouvola
Erkki Siloaho	VR, liikenteenohjaaja, Pieksämäki
Vesa Laitinen	VR, liikenteenohjaaja, Kouvola
Hannu-Pekka Mäkelä	RVL (Rautatievirkamiesliitto), pääluottamusmiehen sijainen, Oulu
Tapio Raaska	Liikennevirasto, liikenteen aluepäällikkö, Etelä-Suomi(aamupäivä)
Raija Karkkonen	Liikennevirasto, liikenteen aluepäällikkö, Itä-Suomi
Tero Myyryläinen	diplomityöntekijä.

Työpajassa suoritetun tehtävänälyysin perusteella laadittu taulukko liikenteenohjauksen tehtävistä.

Kuormitustekijä	Alatehtävät	Selvennys
ratatyö	Varausten lkm	(sis. suojaustoimenpiteet)
	Raili -tunnus	
	ETJ	
	Laitureiden auraus	puhelut auraajan kanssa
	RT-/LR -ilmoitukset	
liikenteenohjaus-ilmoitukset	Liikenteenohjasilmoitukset	
turvatut junakulkutiet (1-raiteisilla osuuksilla)	Ei ylipainettavia kulkuteitä/ automatiikka ei käytössä	vaihteenkäännot + (tulo tai lähtö) kulkutien asettaminen/lkp = 1 kpl
	Automatiikan käyttö	
	Luvananto radiolla	lähtölupa suullisesti
matkustajainfo	MIKU -kuulutusten muuttaminen	konkreettiset muutokset
	Huulikuulutukset	
viestiliikenne/ liikenneviestintä	Liikenteestä sopiminen	
	Vaihtotyön ja ratatyön ja keskuksen sisäinen viestiliikenne	määrämuotoinen/vapaamuotoinen viestintä??
vaihtotyö	Luvananto	lupa + paikallislupa + vaihteiden kääntö ensimmäiselle liikkeelle = 1 kpl
	Asetetut kulkutiet	
	Yksittäiset vaihteenkäännot	
muu työ	Yhteydenpito	veturinkuljettaja, konduktööri, tallipäivystäjä, valmiusilmoitukset ym.
	Alo	
	Caravanseuranta	
	Gratu-tulosteet	tulostus+vertailu
	Laku	
	Raidejärjestysten uudelleensuunnittelu	
	Korvausliikennejärjestelyt	
	Erinäiset vikailmoitukset	
	Perehdytys ja koulutus	työn ohessa
	Jännitekatkot	
	Runkokierto	
	Juse-päivitykset (kpl)	
dokumentointi	Graafiset junapäiväkirjamerkinnot	
	Pora -järjestelmä	
	Erilaiset junapäiväkirjat	
turvatut junakulkutiet (2- tai useampiraiteisilla osuuksilla)	Ei ylipainettavia kulkuteitä/ automatiikka ei käytössä	vaihteenkäännot + (tulo tai lähtö) kulkutien asettaminen/lkp = 1 kpl
	Automatiikan käyttö	
	Luvananto radiolla	lähtölupa suullisesti

Corenetiltä saadut puhelutiedot Repoveden kauko – ohjausalueelta.

recordTs	duration	alertingTime	line	direction	sourceMsisdn	sourceTon	targetMsisdn	targetTon	releaseCause	releaseDirection	additionalInfo	priority
20.8.2010 9:12	10	4	MinVCS	to FTS	70*****	subscriber	70103101	subscriber	Normal call clearing	from FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 35870200102	4
20.8.2010 9:14	51	12	MSC	to FTS	04086*****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	to FTS		4
20.8.2010 9:16	60	9	MSC	to FTS	003584556814****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	to FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 3586505118003	4
20.8.2010 9:19	45	13	MSC	to FTS	003584556814****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	from FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 3586505118002	4
20.8.2010 9:35	39	6	MSC	to FTS	003584556814****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	from FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 3586505118004	3
20.8.2010 9:37	49	4	MSC	to FTS	003584556814****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	to FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 3586505118004	3
20.8.2010 9:39	46	4	MSC	to FTS	04086*****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	to FTS		4
20.8.2010 9:43	53	10	MSC	to FTS	003584556814****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	to FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 3586505118004	3
20.8.2010 9:51	17	5	MSC	to FTS	003584556814****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	from FTS	User-specific type(0x00) Calling FN: 3586505118002	4
20.8.2010 9:56	42	4	MSC	to FTS	04086*****	unknown	70103101	unknown	Normal call clearing	to FTS		4

Mittariston välilehti 1. Mittariston käyttöohjeet.

KUORMITTAVUUSMITTARISTO (30.9.2010)

Käyttöohjeet

Tämän mittariston avulla voidaan arvioida liikenteenohjaajan työn kuormittavuutta sekä kuormittavuuden vaihteluita. Mittariston toiminta perustuu tarkasteltavalla ohjauspöydällä tehtävien toimenpiteiden määrän laskemiseen. Toimenpiteiden määrää on painotettu riippuen työtehtävän raskaudesta, jolloin saadaan harhattomampi arvio työn kuormittavuudesta, koska työtehtävien erilaisuus on otettu huomioon.

Tähän excel -tiedostoon on kerätty kuormittavuusarviointiin tarvittava materiaali, joka on jaoteltu välilehdille seuraavasti:

1. Yleiset ohjeet

2. Tehtävien jaottelu ja painotus: Taulukko, jossa esitetään mihin tehtäväryhmään kukin toimenpide merkitään. *Tutustuminen jaotteluun on erittäin tärkeää, koska tulokset eivät ole vertailukelpoisia, jos kukin kirjaa toimenpidemäärät omalla tavallaan!*

3. VE1, Toimenpiteiden laskenta: Toimenpiteiden laskentaa varten kirjaustaulukko, johon kirjataan toimenpidemäärät tukkimiehen kirjanpidolla.

4. VE2, Ohjeet toimenpiteiden määrän arviointiin päättelämällä junapäiväkirjasta ja puhelutiedoista.

5. Mittaristo: Tällä sivulta löytyy taulukko, johon syötetään lasketut/päätellyt toimenpidemäärät. Ohjelma piirtää taulukon perusteella kuormittavuutta kuvaavan kaavion.

6. Arviointilomake, jonka avulla ohjaajat voivat arvioida ohjauspöydän kuormittavuutta

MITTARISTON TOIMINTA

Mittariston käyttöä varten tarvitaan ohjaajan tekemien toimenpiteiden määrät tunneittain.

Toimenpiteiden määrät voidaan laskea kahdella eri tavalla:

VE1. Seuraamalla ohjaajan työskentelyä työpöydän vieressä, ja kirjaamalla tehtyjen toimenpiteiden määrät tukkimiehen kirjanpidolla välilehdeltä 3 (VE1 Toimenpiteiden määrän laskenta) löytyvään kirjaustaulukkoon. Lisäksi taulukkoon kirjataan junamäärät kunkin tunnin kohdalta .

VE2. Arvioimalla toimenpiteiden määrää junapäiväkirjasta ja digora -puhelimien puhelutiedoista päättelämällä. Ohjeet arviointiin löytyy välilehdeltä 4 (VE2 Toimenpiteiden arviointi). Puhelutiedot saadaan tilaamalla Corenetiltä. Corenetille täytyy ilmoittaa etukäteen miltä ajalta puhelutiedot halutaan.

Toimenpiteidemäärät syötetään välilehden 5 taulukkoon, jonka perusteella excel piirtää työn kuormittavuutta kuvaavan kaavion. Kaaviosta nähdään kunkin tunnin osalta painotettu kuormittavuus sekä se, mistä työtehtävistä kuormitus on koostunut.

OHJAAJIEN ARVIO KUORMITTAVUUDESTA

Toimenpiteiden määrän laskemiseen perustuvan mittariston antamat tulokset ovat vain yksi arvio työn kuormittavuudesta. Arvioinnin luotettavuutta voidaan parantaa kysymällä ohjaajien arviota ohjauspöydän kuormittavuudesta. Mittariston antamia arvioita voidaan tällöin verrata ohjaajien omakohtaisiin arvioihin, jolloin saadaan varmistus sille, onko mittaristo antanut oikeansuuntaisia tuloksia. Omakohtainen arvioinnissa tarkasteltavan ohjauspöydän työskennelleiltä ohjaajilta kysytään arviota ohjauspöydän kuormittavuudesta välilehdeltä 6 löytyvän lomakkeen avulla.

Mittariston välilehti 2. Työtehtävien jaottelu ja painotus.

Työnosa	Työtehtävä	Selvennys	Paino-kerroin
Ratatyö	Ratatyöstä sopiminen = 1 kpl	Pitää sisällään: ETJ, RT- / LR - ilmoitukset, dokumentaation, ratatyön suojaamisen ja luvanannon sekä ratatyön päättämisen	2
	Ratatyön päättäminen = 1 kpl		
	RAILI -tunnuksen / jännitekatkoluvan anto = 1kpl		1
Liikenteenohjaus-ilmoitukset	Liikenteenohjasilmoitukset		2
Turvatut junakulutiet	Ei ylipainettavia kulkuteitä/ automatiikka ei käytössä	Vaihteenkäännöt + (tulo tai lähtö) kulkutien asettaminen/lkp = 1 kpl	1 tai 0,5*
	Ylipainettavat kulkutiet	Kulkutien turvaaminen liikennepaikan yli = 1 kpl	
	Kulkutie- /junanumeroautomatiikan käyttö	Junanumeron poiminta / uusi juna tulee ohjattavalle alueelle = 1 kpl	
	Luvananto radiolla	Lähtölupa suullisesti = 1 kpl	
Matkustajainfo häiriötilanteissa	MIKU -kuulutusten muuttaminen	Konkreettiset muutokset	1
	Huulikuulutukset		
	Laiturinäytöt	Sisällön muuttaminen	
Matkustajainfon havainnointi	Kuulutusten havainnointi	Pysähdysaseman kuulutuksen havainnointi = 1 kpl	0,5
JUSE -päivitykset	JUSE-päivitykset seuranta-asemille	JUSE-päivitys = 1kpl	1
Viestiliikenne/ liikenneviestintä	Liikenteestä sopiminen liikenteenohjaajien kesken	Keskuksen sisäinen sekä keskustenvälinen viestiliikenne (poikkeamista sopiminen)	1
	Yhteydenpito	Veturinkuljettaja, konduktööri, tallipäivystäjä, valmiusilmoitukset ym.	
Vaihtotyö	Luvananto	Lupa + paikallislupa + vaihteiden kääntö ensimmäiselle liikkeelle = 1kpl	1
	Asetetut kulkutiet		
	Yksittäiset vaihteenkäännöt		
Dokumentointi	Junapäiväkirjamerkinnot	jokaisesta ohjattavalla alueella liikkuvasta junasta 1 toimenpide/tunti	0,5
	Pora -järjestelmä		
Muu työ (työpistekohtainen)	Caravanseuranta	Junapituuksien yms. tarkistaminen = 1 kpl	1
	Gratu-tulosteet	Tulostus+vertailu	
	Laku	Häilytyksen kuittaus ja jatkotoimenpiteet	
	Siltaluvat		
	Korvausliikennejärjestelyt		
	Erinäiset vikailmoitukset		
	Runkokierto		
	Lhp, hp ym.		

* Jos ohjattava alue on yksiraitainen painokerroin on 1.

Jos ohjattava alue on kaksi- tai useampiraiteinen painokerroin on 0,5

Mittariston välilehti 3a. Toimenpiteiden määrän laskenta (VE1)

Ohjauspiste/Pvm:

Työnosa	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Ratatyö, sopiminen / päättäminen												
Ratatyö, RAILI - tunnusten anto												
Liikenteenohjaus- ilmoitukset												
Turvattu junakulkutiet												
Matkustajainfo, häiriötilanteet												
Matkustajainfo, havainnointi												
JUSE -päivitykset												
Viestiliikenne/ liikenneviestintä												
Vaihtotyö												
Dokumentointi												
Muu työ												
Yhteensä												
Junamäärä												

Mittariston välilehti 3b. Toimenpiteiden määrän laskenta (VE1)

Ohjauspiste/Pvm:

Työnosa	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Ratatyö, sopiminen / päättäminen												
Ratatyö, RAILI - tunnusten anto												
Liikenteenohjaus- ilmoitukset												
Turvatut junakulkutiet												
Matkustajainfo, häiriötilanteet												
Matkustajainfo, havainnointi												
JUSE -päivitykset												
Viestiliikenne/ liikenneviestintä												
Vaihtotyö												
Dokumentointi												
Muu työ												
Yhteensä												
Junamäärä												

Mittariston välilehti 4. Toimenpiteiden määrän arviointi(VE2)

Työnosa	Ohjeistus: miten toimenpidemäärät arvioidaan?
Ratatyö, sopiminen / päättäminen	Tähän kohtaan merkitään vain ratatyön aloitus / lopetus, jotka nähdään junapäiväkirjan toteutumasta (toimenpiteet pitävät sisällään ETJ:n/RT- ja LR-ilmoitukset / dokumentaation / ratatyön suojaamisen).
Ratatyö, RAILI -tunnusten anto	Ennen uuden ratatyön käynnistymistä merkitään 1 toimenpide RAILI -tunnuksen annolle.
Liikenteenohjaus-ilmoitukset	Lasketaan tarkastelutuntien aikana täytetyt liikenteenohjausilmoituslomakkeet.
Turvattu junakulkutiet	Laskennat tehdään ohjattavalla alueella käytettävän ohjaustekniikan mukaan. Myöhästymiset näkyvät toteutumassa, josta voidaan päätellä esim. onko ohjaaja joutunut kytkemään automaatiikan pois päältä.
	Ei ylipainettavia kulkuteitä/ automaatiikka ei käytössä Vaihteenkäännot + (tulo tai lähtö) kulkutien asettaminen = 1 kpl
	Ylipainettavat kulkutiet Kulkutien turvaaminen liikennepaikan yli = 1 kpl
	Kulkutie- / junanumero- automaatiikan käyttö Junanumeron poiminta / uusi juna tulee ohjattavalle alueelle = 1 kpl
	Luvananto radiolla Lähtölupa suullisesti = 1 kpl
Matkustajainfo, häiriötilanteet	Junan myöhästyminen aiheuttaa jokaista pysähdysasemaa kohden yhden matkustusinfoon liittyvän toimenpiteen.
Matkustajainfo, havainnointi	Aikataulunmukaisilta junilta merkitään jokaisen pysähtymisaseman kohdalle 1 toimenpide kuulutusten havainnointiin.
JUSE -päivitykset	JUSE -päivitysten määrä saadaan tarkastamalla toteutumasta junien aikataulussa pysyminen seuranta-asemilla: Jos juna kulkee aikataulun mukaan , niin ei tule toimenpiteitä. Jos juna on myöhässä / etuajassa , niin jokaista seuranta-asemaa kohden merkitään 1 toimenpide.
Viestiliikenne/ liikenneviestintä	Keskuksen sisäinen viestintä saadaan junapäiväkirjasta. Jokainen ohjattavalle alueelle tuleva juna tai sieltä poistuva juna aiheuttaa yhden toimenpidemerkinnän (jos tulee ohjausalueelta tai poistuu ohjausalueelle, jota kontrolloidaan samasta ohjauskeskuksesta!). Muun viestinnän määrä lasketaan puheluiden määrästä tunnin aikana Corenetilta saaduista digora -puhelimien puhelutiedoista (ratatyöhön liittyviä puheluita ei mukaan).
Vaihtotyö	Linjaliikennepaikoilla arvioidaan kokemuksen perusteella pysähtymisajoista ja aikatauluista päättelemällä. Vaihtotyötä tehdään todennäköisesti esimerkiksi, kun junan lähtö venyy, vaikka muu liikenne ei sitä estä. Isoilla liikennepaikoilla vaihtotyön seuranta suoritetaan luvanantajan tukkimiehen kirjanpidolla. (Vaihtotyön määrää pystytään päättelemään tulevaisuudessa RAILI-tunnuksista laskemalla. Uudistus toteutetaan maaliskuussa 2011.)
Dokumentointi	Jokainen ohjattavalla alueella tarkastelutunnin aikana kulkeva juna merkitään yhtenä merkintänä (sama juna merkitään usean tunnin kohdalle, jos se liikkuu ohjattavalla alueella usean tunnin aikana).
Junamäärä	Ohjausalueella liikkuvien junien määrä kunkin tunnin kohdalla (sama juna merkitään usean tunnin kohdalle, jos se liikkuu ohjattavalla alueella usean tunnin aikana).

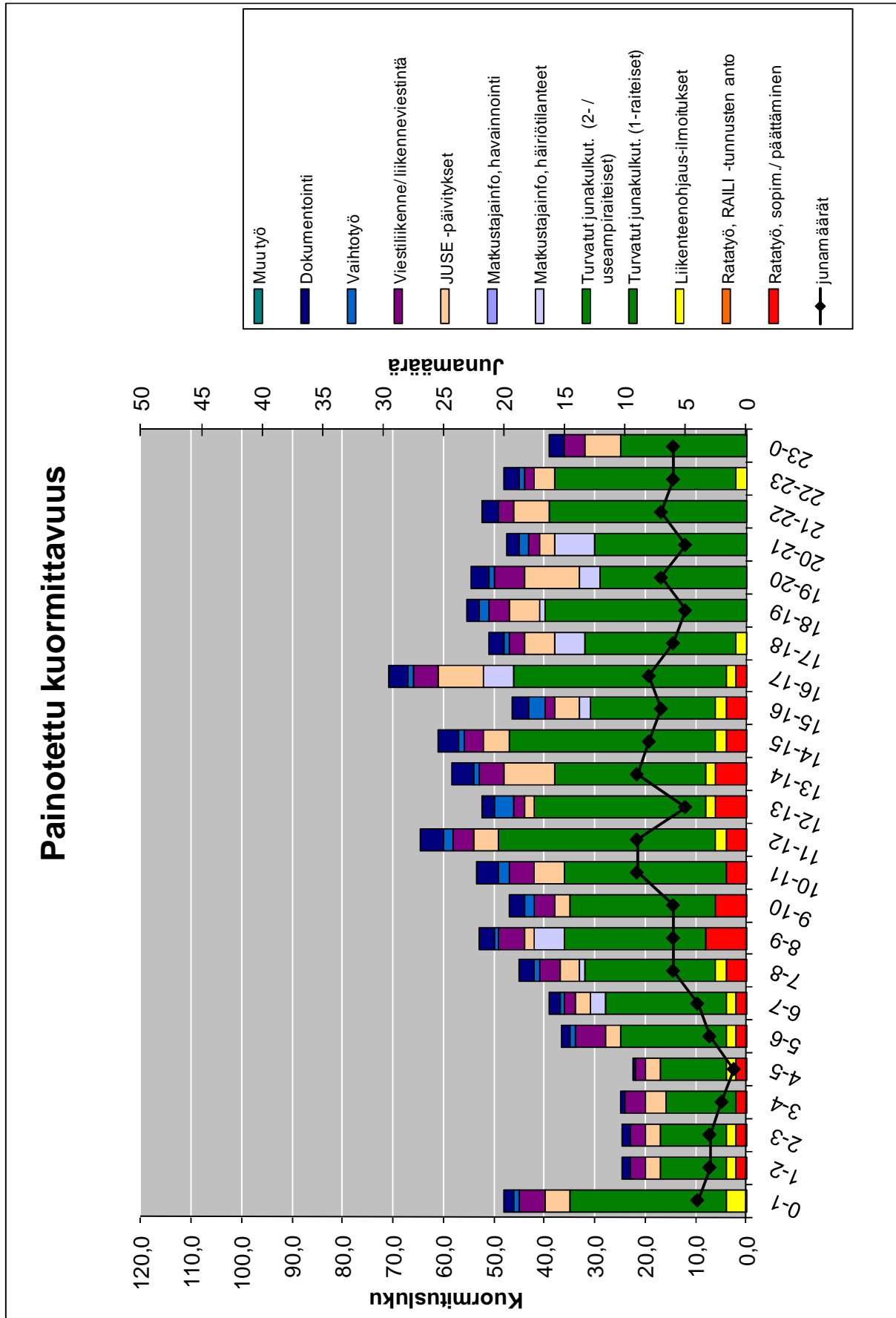
Mittariston välilehti 5a. Kirjaustaulukko (syötettynä esimerkkiaivot).

Ohjauspiste:
Pvm:

Työnosa	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Ratatyö, sopim./päättäminen	0	1	1	1	1	1	1	2	4	3	2	2	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Ratatyö, RAILI -tunnusten anto																								
Liikenteenohjaus-ilmoitukset	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Turvatut junakulkut. (1-raiteiset)	31	13	13	14	13	21	24	26	28	29	32	43	34	30	41	25	42	30	40	29	30	39	36	25
Turvatut junakulkut. (2- / useampiraiteiset)																								
Matkustajainfo, häiriötilanteet	0	0	0	0	0	0	3	1	6	0	0	0	0	0	0	2	6	6	1	4	8	0	0	0
Matkustajainfo, havainnointi																								
JUSE -päivitykset	5	3	3	4	3	3	3	4	2	3	6	5	2	10	5	5	9	6	6	11	3	7	4	7
Viestiliikenne/liikenneviestintä	5	3	3	4	2	6	2	4	5	4	5	4	2	5	4	2	5	3	4	6	2	3	2	4
Vaihtotyö	1		0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	4	1	1	3	1	1	2	1	2	0	1	0
Dokumentointi	4	3	3	2	1	3	4	6	6	6	9	9	5	9	8	7	8	6	5	7	5	7	6	6
Muu työ																								
Yhteensä	48	24	24	25	21	36	39	45	52	47	56	66	51	59	62	47	73	53	58	58	50	56	50	42
Junamäärä	4	3	3	2	1	3	4	6	6	6	9	9	5	9	8	7	8	6	5	7	5	7	6	6

LIITE 4 (7)

Mittariston välilehti 5b. Kuormittavuuskaavio (liitteen 4(6) esimerkkiarvojen perusteella).



Mittariston välilehti 6. Arviointilomake ohjaajille.

OMAKOHTAINEN ARVIOINTI

Arvioi ohjauspöydän kuormittavuutta alla olevan asteikon avulla.
Tarkoituksena on antaa yleinen arvio ohjauspöydän kuormittavuudesta

1	Töitä vähän	Töitä on vähän, ohjaaja tylsistyy
2	Kohtuullinen kuormittavuus	Ohjaaja selviää työstään kohtuullisella työpanoksella
3	Kiireinen	Töitä on paljon, mutta ohjaaja ehtii silti hoitamaan tehtävänsä
4	Työtehtäviä on liikaa	Työtehtäviä liikaa, eikä niitä ehditä suorittamaan